

Informe Nacional de la Calidad del Aire

2013-2014










Lineamientos de política de Calidad del Aire

a) Establecer medidas para prevenir y mitigar los efectos de los contaminantes del aire sobre la salud de las personas.

b) Implementar sistemas de alerta y prevención de emergencias por contaminación del aire, privilegiando las zonas con mayor población expuesta a contaminantes críticos.

Ministerio del Ambiente (MINAM)
Manuel Pulgar-Vidal Otálora, ministro

Viceministerio de Gestión Ambiental
Jorge Mariano Castro Sánchez-Moreno, viceministro

Dirección General de Calidad Ambiental
Delia Angélica Morales Cuti

Equipo técnico:

Eric Concepción Gamarra, coordinador de Gestión de Calidad del Aire

Milagritos del Rosario Rodríguez Jiménez, especialista en Evaluación de la Calidad del Aire

Viceministerio de Gestión Ambiental
Dirección General de Calidad Ambiental
Av. Javier Prado Oeste 1440, San Isidro
Lima, Perú
Teléfono (+51 1) 611-6000, anexo 1245
Página web: www.minam.gob.pe

Informe Nacional de Calidad del Aire 2013-2014

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

DIGESA	Dirección General de Salud Ambiental
ECA	Estándar de Calidad Ambiental
EPA	Agencia de Protección del Medioambiente de los Estados Unidos
EPOC	Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica
GEI	Gases de Efecto Invernadero
HT	Hidrocarburos Totales
INCA	Índice de Calidad del Aire
IPIECA	Internacional Petroleum Industry Environmental Conservation Association
LMP	Límite Máximo Permisible
MP	Material Particulado
MINAM	Ministerio del Ambiente
OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
ZAP	Zona de Atención Prioritaria

Resumen ejecutivo

El Informe Nacional de la Calidad del Aire 2013-2014 presenta la información de las 31 Zonas de Atención Prioritaria (ZAP) para los parámetros: Material particulado (PM10 y PM2,5), dióxido de azufre (SO_2) y dióxido de nitrógeno (NO_2). Estos parámetros, objeto de evaluación y análisis son de importancia por los niveles alcanzados y los riesgos a la salud que conllevan.

El PM10 y PM2,5 provienen tanto de fuentes móviles por el uso de combustibles fósiles, como de fuentes fijas y fuentes naturales; las primeras son las que contribuyen en un mayor porcentaje en las áreas urbanas. Los valores vigentes de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de Aire para material particulado PM10 son 150 $\mu g/m^3$, valor promedio de 24 horas; mientras que el Valor Guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS) es de 50 $\mu g/m^3$, que es el mismo valor promedio anual del ECA nacional. Para el material particulado PM2,5, el valor es 25 $\mu g/m^3$, que coincide con el Valor Guía de la OMS. El impacto en la salud del material particulado está ampliamente documentado y se asocia principalmente con mortalidad prematura de causa cardiovascular y respiratoria, cáncer pulmonar e incremento de admisiones hospitalarias por asma y otras enfermedades respiratorias.

El dióxido de azufre (SO_2) proviene de las actividades antropogénicas, particularmente por la combustión del carbón y petróleo. Las fuentes móviles, fundiciones, siderurgia, refinerías son algunas de las principales fuentes; en tanto que los volcanes son fuentes naturales. El valor de ECA nacional para SO_2 es de 20 $\mu g/m^3$ (24 horas) coincidente con el Valor Guía de la OMS. Exposiciones en periodos cortos a altas concentraciones pueden producir en la población vulnerable irritación del tracto respiratorio, reacciones asmáticas y afecciones respiratorias.

Las fuentes naturales más comunes del dióxido de nitrógeno (NO_2) son los incendios forestales y de pastos, y la actividad volcánica; en tanto que la principal fuente antropogénica es la quema de combustibles fósiles. El NO_2 daña el sistema respiratorio porque es capaz de penetrar las zonas más profundas de los pulmones irritándolos.

En todas las ZAP, la contaminación proviene tanto de fuentes móviles como fijas, los porcentajes de aportes de los contaminantes emitidos varían dependiendo del tipo de fuente; en el caso de fuentes fijas, son de relevancia en todas las ciudades, el material particulado (MP), el monóxido de carbono (CO) y los contaminantes orgánicos volátiles (COV); mientras que el hidrógeno sulfurado (H_2S) y los óxidos de nitrógeno (NO_X) están asociados solo a determinadas ciudades y en porcentajes menores. Igualmente, el dióxido de azufre (SO_2) está asociado principalmente a grandes fundiciones en Ilo, La Oroya y Chimbote, donde representan el mayor porcentaje de emisiones.

En cuanto a las fuentes móviles, los aportes en las emisiones varían, siendo el más importante para todas las ciudades el CO, seguido por los COV y los NO_X. El material particulado proveniente tanto de fuentes fijas como de móviles y es emitido en mayor porcentaje en las ciudades de Cusco y Pasco, y en menor porcentaje en Chiclayo, Chimbote, Pisco y Juliaca.

En las ciudades de Ilo y La Oroya, el SO_2 constituye casi el 100 % de las emisiones y un importante porcentaje en la ciudad de Chimbote. Esto se explica fundamentalmente por la presencia de procesos metalúrgicos en las tres ciudades.

Tacna es la ciudad con mayor porcentaje de NO_x emitido al ambiente procedente de todas sus fuentes de contaminación, seguidas de Trujillo, Chimbote, Huancayo.

Las emisiones de CO constituyen un gran porcentaje de los contaminantes liberados por fuentes fijas y móviles en la mayor parte de las ciudades.

En relación al H_2S, este contaminante está presente en las ciudades de Chimbote y Pisco producto de la actividad productiva de harina de pescado.

En la mitad de las ciudades, las emisiones de PTS/PM provienen de fuentes fijas y en el resto de fuentes móviles.

En cuanto al CO y NO_x, las fuentes móviles son las mayores aportantes, llegando en la mayoría de ciudades a más del 80 %, con excepción de Ilo y Piura para CO, Pisco y Juliaca para NO_x, donde son las fuentes fijas las de mayor aporte.

En cuanto a la calidad del aire de las ciudades que son parte del Programa Nacional de Vigilancia, cabe indicar que todas cumplen con el ECA de PM10 para 24 horas, pero la mayoría excede el valor promedio anual. La ciudad de Chiclayo presenta valores que se han ido incrementando desde el 2007 al 2012, excediendo el valor ECA anual y presentando valores que bordean el ECA diario al 2012. Trujillo presenta igualmente una tendencia a incrementar su valor llegando a exceder el valor ECA anual.

Los valores de NO_2 son muy bajos en todas las ciudades y no exceden ningún caso el ECA vigente.

La ciudad del Cusco presenta una tendencia creciente en relación al PM10 y a partir del 2008, sus valores exceden el ECA anual. Con respecto al NO_2 los valores son bastante bajos.

La Oroya muestra una tendencia creciente con relación al PM10 y PM2,5, pero sus valores son bastante bajos, no exceden el ECA diario ni anual. Con respecto al SO_2, parámetro crítico por la presencia de la Fundición de La Oroya, sus valores disminuyeron significativamente durante la suspensión de actividades y en la actualidad que se han reiniciado, sus valores promedio cumplen con el ECA de 80 $\mu g/m^3$, sin embargo se aprecia una tendencia creciente en las concentraciones, además de un gran número de excedencias.

Lima muestra en promedio, una tendencia decreciente para los cuatro parámetros evaluados, cumpliendo con el ECA para PM10, y excediendo el ECA para PM2,5. También se aprecian valores muy bajos de SO_2 y NO_2 cumpliendo en ambos casos, con el ECA. El Callao muestra niveles bajos y menores que Lima, sin embargo se observa una tendencia creciente para todos los parámetros evaluados.

Los muestreos puntuales realizados en el 2012 indican que las ciudades que presentan los mayores valores de SO_2, son, La Oroya e Ilo; en tanto que para el PM10 son las ciudades de Chiclayo, Pisco, Cusco, Pasco y Lima.

En los muestreos puntuales realizados entre el año 2013 y 2014 en las 21 ciudades, se observan que 11 ciudades presentan una calidad del aire moderada y el resto buena, para el PM10, siendo las ciudades de Chiclayo, Cusco, Pisco y Chachapoyas las que presentan los mayores valores.

Para el PM2,5 se observa tres clases de ciudades, las que presentan niveles bajos con una concentración menor a 12,5 $\mu g/m^3$ pertenecen a la categoría buena (5 ciudades: Ayacucho, Abancay, Huaraz, Huánuco y Huancavelica); mientras que 10 ciudades presentan niveles de contaminación moderada y 6 ciudades pertenecen a la categoría

mala, excediendo el valor ECA, estas son Chachapoyas, Cajamarca, Tacna y Juliaca, Moquegua y Cusco.

Para el SO_2 la ciudad de La Oroya aparece en el primer lugar del ranking excediendo el ECA anual, 5 ciudades presentan niveles de concentración moderada (Huancayo, Arequipa, Chachapoyas, Ilo y Cusco) y el resto, 25 ciudades presentan valores bajos, por debajo del nuevo ECA vigente 20 $\mu g/m^3$.

Para el NO_2, los resultados en general muestran valores bastante bajos, perteneciendo todas las ciudades a la categoría buena.

La Gestión de la Calidad del Aire en el Perú cuenta con una institucionalidad establecida en los niveles nacionales (MINAM, DIGESA, SENAMHI, OEFA, sectores), regional y local, así como la participación del sector privado y sociedad civil, cada día más conscientes de la importancia de la calidad del aire para la salud. Se cuenta con un marco normativo que define los instrumentos de gestión para la calidad del aire, como son los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), Límites Máximos Permisibles (LMP), conformación de los Grupos de Estudio Técnico Ambiental (GESTA) para la elaboración de los planes de acción de la calidad del aire y la implementación de los mismos; así como con programas de vigilancia de la calidad del aire.

Se observa avances importantes, pero muchos retos por enfrentar. Se espera que la información que se presenta en este primer informe sirva para el conocimiento de la situación de la calidad del aire en el país, se alerte sobre las situaciones críticas identificadas y se adopten las medidas correspondientes para la preservación y mejora de la Calidad del Aire en el país.

Introducción

El Informe Nacional de la Calidad del Aire al 2013 - 2014 presenta la información recopilada de los monitoreos de la Calidad del Aire realizados en treinta y un ciudades calificadas como Zonas de Atención Prioritaria (en adelante ZAP), sea como resultado de programas de vigilancia de la calidad del aire, establecidos permanentemente en algunas de estas zonas, o realizadas como parte de los procesos de diagnósticos de línea base, siendo por tanto, muestreos puntuales.

Los resultados obtenidos permiten mostrar la situación de la calidad del aire durante los 2 últimos años en las 31 ciudades y ver las tendencias de los resultados del monitoreo de un número mayor de años, en las ciudades de Chiclayo, Trujillo, Arequipa, Cusco, La Oroya, Lima y Callao; y de esta manera verificar la efectividad de las medidas implementadas en los planes locales.

Los muestreos puntuales permiten caracterizar las demás ciudades y realizar el ranking de las mismas para cada contaminante criterio considerado en este Informe: material particulado PM10 y PM2,5, dióxido de azufre (SO_2) y dióxido de nitrógeno (NO_2), constituyendo un elemento valioso para la gestión de la calidad del aire que las autoridades locales deberán diseñar y ejecutar.

En el primer acápite se presenta la Situación de la Gestión de la Calidad del Aire en el país, el progreso en el establecimiento de la normatividad en materia de calidad del aire y los avances en la implementación de los diversos instrumentos de gestión ambiental, como son los Estándares de Calidad Ambiental (en adelante ECA), Límites Máximos Permisibles (en adelante LMP), Planes de Acción para la mejora de la Calidad del Aire y medidas implementadas.

En el segundo acápite referido a la Calidad del Aire se presenta inicialmente, de manera sucinta, una descripción de los principales contaminantes criterio del aire que han sido evaluados, mostrando los riesgos que los mismos significan para la salud de las personas, particularmente para los grupos vulnerables como son niños, ancianos y personas enfermas.

Luego se presentan las principales fuentes de contaminación en cada una de las 31 ZAP, tanto de manera cualitativa como cuantitativa, detallando el porcentaje de aportes de las fuentes fijas y móviles, y para cada una de ellas, los aportes porcentuales de los diversos contaminantes material particulado (como partículas totales en suspensión PTS), dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV) e hidrógeno sulfurado (H_2S).

Los resultados de la calidad del aire de las 31 ZAP, se presentan en dos grupos, el primer grupo de ciudades que cuentan con información anual, de varios periodos y conforman el Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad del Aire, mostrando tendencias a lo largo de los últimos años y el segundo grupo conformado por las demás ciudades que cuentan solo con muestreos puntuales, que permiten identificar los parámetros críticos de calidad del aire en cada zona.

La información se presenta de manera gráfica, lo que permite comparar los resultados de modo inmediato; así como realizar un ranking de las ciudades y su ubicación para cada parámetro, además de utilizar el Índice de Calidad del Aire (en adelante INCA), como un indicador que muestre la situación de cada ZAP de manera sencilla y directa con números y colores. Asimismo se presentan los valores máximos y mínimos encontrados en cada ciudad.

I. GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

El Perú tiene una institucionalidad en materia ambiental reconocida por las leyes orgánicas de cada sector y gobiernos regionales y locales estableciendo funciones para cada uno los niveles de gobierno, siendo el Ministerio del Ambiente, el ente rector en esta materia, subsecuentemente también en temas de Gestión de la Calidad del Aire.

La Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales establece la responsabilidad del Estado de promover el aprovechamiento sostenible de la atmósfera y su manejo racional, teniendo en cuenta su capacidad de renovación; en tanto que la Ley General del Ambiente establece las responsabilidades para la empresa durante el desarrollo de sus actividades productivas y de servicios en relación a las emisiones, y demás descargas que puedan generar impactos negativos al ambiente, la salud y los recursos naturales, promoviendo la adopción de medidas de prevención de la contaminación del aire, la producción ecoeficiente, entre otras estrategias.

La Política Nacional del Ambiente establece Lineamientos para la Calidad del Aire que orienta la gestión de la calidad del aire tanto del sector público como privado, debiendo establecer medidas para prevenir y mitigar los efectos de los contaminantes del aire en la salud de la población, sistemas de alerta y prevención de emergencias por la contaminación del aire, con primacía de las zonas con mayor población expuesta a los contaminantes críticos; incentivando la modernización del parque automotor, los combustibles limpios, el transporte público sostenible; identificando y proponiendo la modificación de prácticas consuetudinarias inadecuadas que afectan la calidad del aire. La adopción de medidas técnico normativas es fundamental para la Gestión de la Calidad del Aire.

Durante el 2013 y 2014, el MINAM ha venido coordinando con los sectores diversas acciones tendientes a la mejora de la calidad del aire a nivel nacional y en particular en las ciudades con problemas contaminación atmosférica. Así, se ha venido trabajando en propuestas para el establecimiento de nuevos Límites Máximos Permisibles para emisiones atmosféricas, la revisión y ajuste de algunos Estándares de Calidad Ambiental, y otras propuestas normativas.

La evaluación de la Calidad del Aire a nivel nacional es muy importante para la adopción de toma de decisiones, y se debe relevar la tarea que cumplen las entidades como la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), entidad adscrita al MINAM, así como las Direcciones Regionales de Salud Ambiental (DIRESA) de las regiones como Arequipa, Cusco e Ilo, quienes vienen realizando esfuerzos para medir parámetros de preocupación constante en sus zonas, con las limitaciones propias de la ausencia de recursos económicos y humanos que son necesarios para la implementación de programas locales y nacionales de vigilancia de la calidad del aire.

El MINAM ha venido realizando los últimos cinco años, el seguimiento en la implementación de los Planes a Limpiar el Aire y de los Planes de Acción para la mejora de la Calidad del Aire de las zonas de atención prioritaria. Durante los años 2013 y 2014 se realizaron monitoreos puntuales en quince (15) y seis (06) ciudades priorizadas respectivamente, se identificaron las principales fuentes de emisión y se estimaron las toneladas anuales emitidas al aire. Estas últimas actividades como parte de los diagnósticos necesarios para la elaboración de propuestas de medidas para prevenir mayores riesgos a la población producto de la presencia de contaminantes en el aire, revertir situaciones de riesgo por la contaminación existente en las ZAP y evitar mayores

costos al erario nacional y gastos que realiza la población por la recuperación de la salud impactada por la presencia de contaminantes en el aire.

El presente año, el MINAM realizó el Estudio de Morbilidad por efectos de la contaminación del aire en la salud de las personas que incluyó la valorización de los impactos en la salud por la presencia del material particulado (PM10) en el aire. Se utilizó el Air-Q, herramienta de software de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la evaluación del riesgo para la salud de la contaminación atmosférica; para atribuir los impactos en la salud por la presencia de PM10 en el aire, llegándose a estimar en una hipótesis de riesgo medio, que 1220 casos de muertes se atribuyen al PM10, de las cuales, 468 tuvieron como causa enfermedades respiratorias y 175 enfermedades cardiovasculares. También se puede decir que 1900 casos de admisiones hospitalarias por enfermedades respiratorias, 495 por enfermedades cardiovasculares y 1222 admisiones por ataques de asma en niños son atribuibles a PM10. La valoración económica del impacto en la salud por la contaminación del aire por PM10 realizada considerando la Hipótesis de Riesgo Medio, asciende a US $805´941,948.

Una adecuada gestión de calidad del aire implementada en todos los estamentos de las entidades de los tres niveles de gobierno, así como en las industrias y actividades de servicios y comercio contribuirán a prevenir y mitigar la contaminación del aire, reducir y evitar los daños en la salud y en consecuencia, reducir los costos económicos que la contaminación del aire conlleva.

Los gobiernos locales juegan un rol importantísimo en la Gestión de la Calidad del Aire toda vez que son responsables, conjuntamente con los miembros del Grupo de Estudio Técnico Ambiental (GT-GESTA Zonal de Aire), de proponer medidas, establecer programas, ejecutar proyectos orientados al control y fiscalización de las fuentes de contaminación del aire, a conocer la calidad del aire de sus ciudades, a planificar la mejora de la infraestructura de la ciudad (particularmente de las vías de tránsito), entre otras muchas medidas.

1.1 Zonas de Atención Prioritaria (ZAP)

Las Zonas de Atención Prioritaria (en adelante ZAP) fueron definidas en el literal h) del artículo 3 del Título I del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo n.° 074-2001-PCM como, aquellas que cuenten con centros poblados o poblaciones mayores a 250,000 habitantes o una densidad poblacional por hectárea que justifiquen su atención prioritaria o con presencia de actividades socioeconómicas con influencia significativa sobre la calidad del aire.

En el artículo 20 del Capítulo 2, Título III de la misma norma se señala que en el Anexo 4 se listan las 13 ZAP, las cuales son: Arequipa, Chiclayo, Chimbote, Cusco, Huancayo, Ilo, Iquitos, La Oroya, Lima-Callao, Pisco, Piura, Trujillo, Cerro de Pasco[1]. Asimismo se establece que el CONAM[2] (hoy MINAM) puede determinar por propia iniciativa o a solicitud de autoridades sectoriales, regionales o locales, la calificación de nuevas ZAP. Bajo esta base normativa, el MINAM, calificó mediante la Resolución Ministerial n.° 339-2012-MINAM, dieciocho (18) Nuevas Zonas de Atención Prioritaria en el ámbito geográfico de las Cuencas Atmosféricas de las provincias de Abancay, Cajamarca, Chachapoyas, Coronel Portillo, Huamanga, Huancavelica, Huánuco, Huaraz, Ica,

[1] Decreto Supremo n.° 074-2001-PCM

[2] Consejo Nacional del Ambiente

Mariscal Nieto, Moyobamba, Puno, San Román, Tacna, Tambopata, Tarapoto, Tumbes y Utcubamba que, sumadas a las 13 anteriores, hacen un número de 31 ZAP; en todas ellas se deberá coordinar y evaluar la implementación de los Planes de Acción para la mejora de la Calidad del Aire. En la siguiente tabla se resume en número de ZAP agrupados en regiones, lo que se visualiza también en el Gráfico 31.

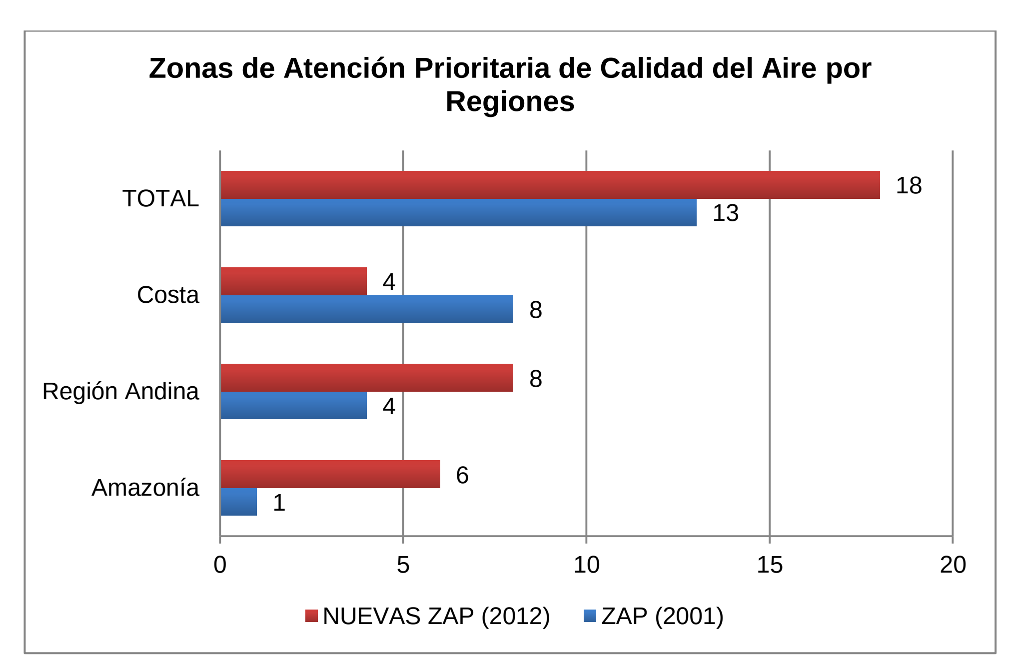
En cada ZAP se deberá elaborar el Diagnóstico de Línea Base que considera la realización de monitoreo de la Calidad del Aire para determinar el estado de la calidad del aire, el inventario de emisiones, identificando las fuentes de contaminación y estimando la carga anual de contaminantes criterio liberados al aire y, los estudios epidemiológicos para tratar de correlacionar los niveles de contaminación del aire con el impacto en la salud (prevalencia de enfermedades). Este diagnóstico permite a los GESTA Zonales establecer las prioridades para la gestión de la calidad del aire en la ZAP.

Tabla 1
Zonas de Atención Prioritaria (ZAP) de calidad del aire por regiones

REGIÓN	ZAP (2001)	NUEVAS ZAP (2012)	TOTAL
Amazónica	1	6	7
Andina	4	8	12
Costera	8	4	12
TOTAL	**13**	**18**	**31**

Fuente: elaboración propia

Gráfico 1
Zonas de atención prioritaria por regiones



Fuente: elaboración propia

1.2 Normatividad de Calidad Ambiental

La Ley General del Ambiente, Ley n.° 28611, establece en el Art. 118 de la Protección de la calidad del aire, que las autoridades públicas, en el ejercicio de sus funciones y atribuciones, adoptan medidas para la prevención, vigilancia y control ambiental y epidemiológico, a fin de asegurar la conservación, mejoramiento y recuperación de la calidad del aire, según sea el caso, actuando prioritariamente en las zonas en las que se superen los niveles de alerta por la presencia de contaminantes, debiendo aplicarse planes de contingencia para la prevención o mitigación de riesgos y daños sobre la salud y el ambiente.

La Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, Ley n.° 28245, en su Art. 4 señala que las funciones ambientales de las entidades con competencias ambientales se ejercen en forma coordinada, descentralizada y desconcentrada con sujeción a la Política Nacional del Ambiente, el Plan y la Agenda Nacional y a las normas e instrumentos de carácter transectorial. La gestión ambiental en materia de Calidad del Aire se sustenta en estas dos leyes.

Se debe mencionar que se tienen hitos que marcan la gestión de la calidad del aire, que se inicia con la dación del Código del Medio Ambiente, el cual es reemplazado por la Ley Marco del SNGA. En el Anexo 1, se hace un detalle de las normas referidas a Calidad del Aire. En el Anexo 2 se aprecia la cronología de la normativa sobre Calidad del Aire.

1.3 Instrumentos de Gestión Ambiental

Son varios los instrumentos de gestión ambiental que sustentan y se usan para la Gestión de la Calidad del Aire. En primer lugar están las normas que se detallan en el Anexo 1, que se refieren a los Estándares de Calidad Ambiental del Aire, Límites Máximos Permisibles, calidad de los combustibles, etc.

En el período que se reporta se emitieron disposiciones complementarias para la aplicación del ECA de Aire aprobado mediante el Decreto Supremo n.° 003-2008-MINAM. De igual manera se amplía el ámbito donde debe comercializarse el combustible diesel B5 con 50 ppm de azufre, a las ciudades de Arequipa, Cusco, Madre de Dios, Puno y Lima-Callao.

Debe mencionarse el trabajo que viene realizando el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) en la supervisión de las actividades de los sectores minero-energético y los 4 priorizados por el sector productivo y la verificación del cumplimiento de los ECA y de sus planes de monitoreo de la calidad del aire.

Igualmente, en relación a los Programas de Vigilancia de la Calidad del Aire, se debe mencionar la implementación en este período de nuevas estaciones de monitoreo en Lima-Callao, tanto por parte de la DIGESA (uno en Lince), como del SENAMHI (incrementó 5 estaciones en los distritos de Puente Piedra, San Martín de Porres, San Juan de Lurigancho, Lurigancho (Huachipa) y Carabayllo). Ambas entidades juegan un rol importante en la determinación de la Calidad del Aire de la metrópoli Lima-Callao. Es necesario asimismo, mencionar el trabajo que vienen haciendo las Direcciones Regionales de Salud Ambiental de Arequipa y Cusco, quienes vienen evaluando la calidad del aire en sus respectivas cuencas atmosféricas.

1.3.1 Planes de Acción para la mejora de la Calidad del Aire

El proceso de implementación de los ECA de Aire señala que en cada zona de atención prioritaria se debe establecer el Grupo de Estudio Técnico Ambiental de la Calidad del Aire (GT-GESTA Zonal de Aire) encargado de la elaboración de los Planes de Acción para la mejora de la Calidad del Aire. Este plan debe ser socializado con todos los actores que tienen un rol en la gestión de la calidad del aire de la ZAP, aprobado en ese nivel y elevado al MINAM para su aprobación mediante resolución ministerial.

Los planes de acción deben complementar los planes de desarrollo local en las ciudades. La importancia radica en la implementación de las medidas contenidas en los planes de acción. A la fecha, en doce (12) ciudades priorizadas se aprobaron planes de acción, de los cuales ocho (08) deben ser actualizados y las restantes diecinueve (19) ciudades se encuentran elaborando sus planes; esto constituye un gran avance para lograr las metas propuestas pero aún falta implementar otras medidas que coadyuven a la mejora de la calidad del aire en las ciudades, en concordancia con la Política Nacional del Ambiente, el Plan Nacional de Acción Ambiental y la Agenda Ambiental 2013-2014. La situación actual de los planes en las 31 zonas de atención prioritaria se presenta en el Anexo 3.

II. CALIDAD DEL AIRE

Contar con un ambiente sano y equilibrado para el desarrollo de la vida es un derecho fundamental establecido en la Constitución Política de nuestro país. Una buena calidad del aire contribuye a una mejor calidad de vida de la población; lo cual se logra con el compromiso y la participación activa de todos los actores involucrados, Estado, empresa y población; siendo responsabilidad del Estado implementar las medidas necesarias para garantizar el cumplimiento de importantes instrumentos de gestión ambiental como Estándares de Calidad Ambiental (ECA), Límites Máximos Permisibles (LMP), Planes de Acción, entre otros.

Por el contrario, la presencia de contaminantes por encima de los niveles establecidos en los ECA no solo significa una disminución de la calidad ambiental del aire, sino una disminución de la calidad de vida de la población, con efectos adversos para su salud, así como el deterioro paisajístico de la ciudad[3].

El Informe Nacional del Estado del Ambiente 2009-2011 indica que la contaminación del aire es uno de los principales problemas ambientales del Perú[4]. Señala también que el parque automotor es la mayor fuente de contaminación del aire en el país y que en los últimos años se ha evidenciado una relación directa entre el incremento del número de vehículos y la contaminación del aire. En el caso de la metrópoli Lima-Callao, las principales causas de este problema, son el deficiente sistema de transporte urbano con un parque automotor antiguo, la mala organización de rutas y la sobreoferta de taxis[5].

Respecto a los combustibles, su calidad ha ido mejorando desde la promulgación de la Ley n.° 28694, Ley que regula el contenido de azufre en el combustible diesel, en el año

---

[3] Relaciones entre Calidad Ambiental y Calidad de Vida en Lima Metropolitana. Carlos Cabrera Carranza, Manuel Maldonado D., Walter Arévalo G., Renán Pacheco A., Alfredo Giraldo V, Sebastián Loayza. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas. Vol. 5 n.°09. Lima-Perú. Enero-Junio 2002.

[4] Informe Nacional del Estado del Ambiente. 2009-2001. Ministerio del Ambiente. 2012

[5] Reporte Ambiental de Lima y Callao, 2010. Evaluación de avances a 5 años del Informe GEO. Universidad Científica del Sur. Grupo GEA. 2010.

2006, la cual estableció que al año 2010 en todo el país debería comercializarse diesel con contenido de azufre menor a 50 ppm en masa. Sin embargo, esta meta viene cumpliéndose de manera progresiva, tal es así que en el año 2009 el Ministerio de Energía y Minas dispuso la prohibición a partir del 1 de enero de 2010 de la comercialización y uso del diesel B5 con un contenido mayor a 50 ppm de azufre en la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Calla[6], extendiendo dicho alcance a otros departamentos como Arequipa, Cusco, Puno y Madre de Dios, en el año 2012[7].

Así también el crecimiento económico que tiene el país en los últimos años influye en la calidad del aire, puesto que demanda un mayor uso de energía, recursos y servicios por parte de la población y de las industrias, significando la liberación de contaminantes del aire y gases de efecto invernadero (GEI)[8], que alteran la calidad del aire y generan situaciones de riesgo para la salud de la población expuesta, produce daños en el ambiente (flora, fauna y ecosistemas) y el deterioro de bienes como los edificios, monumentos y otras estructuras.

2.1 Principales contaminantes del aire

Los principales contaminantes o contaminantes criterio, los cuales cuentan con estándares de calidad ambiental establecidos son el monóxido de carbono (CO), el dióxido de azufre (SO_2), el dióxido de nitrógeno (NO_2), el ozono (O_3), material particulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM10), material particulado con diámetro menor o igual a 2,5 micrómetros (PM2,5), plomo (Pb), benceno, hidrocarburos totales (HT) e hidrógeno sulfurado (H_2S). Teniendo en cuenta pruebas científicas relativas a la contaminación del aire y sus consecuencias en la salud[9] y múltiples estudios de investigación toxicológicos y epidemiológicos, la Organización Mundial de la Salud (en adelante OMS) actualizó el 2005 las Guías para el O_3, SO_2, NO_2 y PM (de 10 y 2,5 micras de diámetro), valores que han servido de base en el país, para la actualización y establecimiento de los ECA para el SO_2 y PM2,5 respectivamente.

El Decreto Supremo n.° 074-2001-PCM, aprobó el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, estableciendo niveles de concentración máxima para el SO_2, PM10, CO, NO_2, O_3, Pb y sulfuro de hidrógeno (H_2S). El valor anual para el Pb fue fijado con el Decreto Supremo n.° 069-2003-PCM.

El 2008 mediante el Decreto Supremo n.° 003-2008-MINAM se actualiza el valor de 24 horas para el SO_2 y se incluyen nuevos valores de los ECA para los contaminantes benceno, hidrocarburos totales (HT), material particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM2,5) e hidrógeno sulfurado (H_2S) (que era referencial). Los valores de los ECA establecidos por las precitadas normas se aprecian en el Anexo 4.

A continuación se presenta una breve descripción de los parámetros que serán sujetos de evaluación y análisis en el presente informe nacional.

---

[6] Decreto Supremo n.° 061-2009-EM que dispuso la prohibición a partir del 1º de enero de 2010 de la comercialización y uso del Diesel B2 con un contenido de azufre mayor a 50 ppm en la provincia de Lima y Provincia Constitucional del Callao.

[7] Resolución Ministerial n.° 139-2012-MEM/DM que establece prohibición de comercializar y usar Diesel B5 con un contenido de azufre mayor a 50 ppm en los departamentos de Lima, Arequipa, Cusco, Puno, Madre de Dios y en la Provincia Constitucional del Callao.

[8] Perú: Informe País 20 años después de Río 92. Ministerio del Ambiente. 2012.

[9] Guías de la calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. Resumen de evaluación de riesgos. Organización Mundial de la Salud. 2006.

MATERIAL PARTICULADO	**Valor ECA** **PM10**: 150 µg/m^3 (24 h) 50 µg/m^3 (anual) **PM2,5**: 25 µg/m^3 (24 h) **Valor Guía OMS** **PM10**: 50 µg/m^3 (media 24 h) 20 µg/m^3 (media anual) **PM2,5**: 25 µg/m^3 (media 24 h) 10 µg/m^3 (media anual)

Descripción

Es una mezcla de partículas sólidas microscópicas y gotas líquidas suspendidas en el aire (aerosoles), el cual se clasifica de acuerdo a su tamaño, en partículas con diámetro menor a 10 micras, 2,5 micras y 1 micra.

Provienen en su mayoría del uso de combustibles fósiles que contienen azufre y de los oxidantes fotoquímicos formados en la atmósfera por reacciones químicas complejas entre los HC, óxidos de nitrógeno (NO_x) y CO, todos relacionados con las emisiones vehiculares[10]. Las fuentes móviles contribuyen con un 50 % o más en las concentraciones de material particulado en las áreas urbanas[11].

Las partículas gruesas contienen usualmente material de la corteza terrestre y polvo de las carreteras y de la industria. La fracción fina contiene mayor acidez y actividad mutagénica. La mayor parte de las partículas se hallan como finos (entre 100 nm y 2,5 µm), pero hay otro porcentaje importante que están como ultrafinos (menores a 100 nm)[12].

Impactos a la salud y al ambiente

El sistema respiratorio constituye la principal vía de entrada al organismo para el MP presente en el aire y el grado de penetración está en relación directa con el tamaño de la partícula, ya que a menor tamaño, la partícula podrá eludir más fácilmente los mecanismos de defensa del sistema respiratorio.

Investigaciones proveen evidencias de la relación causal entre la presencia del MP con la mortalidad prematura de causa cardiovascular, respiratoria y cáncer pulmonar; y efectos en la morbilidad como incremento de las admisiones hospitalarias por cardiopatía coronaria, insuficiencia cardíaca, asma bronquial, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), efectos sobre el peso al nacer, la tasa de prematuridad, etc.[13]

La contaminación atmosférica produce daños tanto estéticos como físicos en los materiales de forma que edificios, monumentos y obras de arte pueden verse perjudicadas por la deposición seca o húmeda del MP. La deposición seca o húmeda del MP (principalmente sulfatos y nitratos) y SO_2 causan daños físicos en los materiales e infraestructura de las ciudades, asimismo, aceleran los procesos corrosivos naturales de los metales.

[10] Contaminación del aire, riesgos para la salud. J. Héctor Gutiérrez, Isabelle Romieu, Germán Corey, Teresa Fortoul. 1997
[11] Outdoor air pollution. Asessing the environmental burden of disease at national and local levels. Environmental Burden of Disease Series n.° 5. Bart Ostro. WHO 2004
[12] Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide. Report on a WHO Working Group. Germany, 2003
[13] Efectos de la fracción gruesa (PM10-2,5) del material particulado sobre la salud humana. Revisión Bibliográfica MINSAL. Claudio Vargas R. 2011

Los aerosoles formados por sulfatos absorben radiación solar e intensifican el calentamiento de la superficie de la tierra producido por los gases de efecto invernadero[14]. De igual manera, el polvo mineral y carbón negro (black carbon) presente en el PM2,5 tienen elevado potencial de calentamiento climático.[15]

DIÓXIDO DE AZUFRE	**Valor ECA** **SO_2**: 20 µg/m^3 (24 h) 80 µg/m^3 (24 h)* **Valor Guía OMS** **SO_2**: 20 µg/m^3 (media 24 h) 500 µg/m^3 (media 10 minutos)

Descripción

Es un gas incoloro y no inflamable, de olor asfixiante e irritante. De vida media en la atmósfera corta (unos 2 a 4 días), casi la mitad de las emisiones vuelven a depositarse en la superficie, mientras que el resto se transforma en iones sulfato (SO_4^{2-}). Con el tiempo y en contacto con el aire y la humedad, se reduce y transforma en trióxido de azufre. Es soluble en agua, formando la lluvia ácida (ácido sulfúrico), y sales como los sulfitos y bisulfitos.

Más del 50 % de las emisiones de SO_2 provienen de las actividades antropogénicas, particularmente por la combustión del carbón y petróleo. Las fuentes móviles, fundiciones, siderurgia, refinerías son algunas de las principales fuentes; en tanto que los volcanes son fuentes naturales.

Impactos a la salud y al ambiente

Exposiciones prolongadas al SO_2 pueden producir deficiencias pulmonares permanentes por la bronco constricción. Poblaciones vulnerables como personas que sufren asma y bronquitis crónica expuestos a altas concentraciones de SO_2 durante períodos cortos pueden presentar irritación del tracto respiratorio, reacciones asmáticas, espasmos reflejos, parada respiratoria y congestión en los conductos bronquiales. Los efectos se empeoran cuando el SO_2 se combina con las partículas o humedad del aire, pues tiene un efecto sinérgico ya que la combinación de ambos tiene un efecto mayor que la suma individual de cada uno de estos contaminantes. [16]

La formación de la lluvia ácida puede perjudicar lagos (acidifica las aguas superficiales), la vida acuática, produce destrucción de bosques, cultivos, los materiales de construcción y vida silvestre.

---

[14] Efectos del material particulado: efectos en el clima. Teresa Moreno Pérez. Consejo superior de Investigaciones Científicas.
http://contaminacion-atmosferica.es/es/popular-science/theory/espanol-efectos-del-material-particulado-efectos-en-el-clima visitado el 01.11.14

[15] El Carbono Negro: concepto, efectos climáticos y oportunidades en su control. Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente.
http://www.aida-americas.org/sites/default/files/refDocuments/AIDA_Carbono %20Negro %20FINAL.pdf visitado el 01.11.14

[16] Curso de orientación para el control de la contaminación del aire. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. 1999

(*) Valor establecido en el DS n.° 006-2013-MINAM, solo para cuencas priorizadas por el MINAM según condiciones del Art. 2, 2.2

DIÓXIDO DE NITRÓGENO	**Valor ECA** **NO_2**: 200 µg/m^3 (1 h) 100 µg/m^3 (anual) **Valor Guía OMS** **NO_2**: 200 µg/m^3 (media de 1 h) 40 µg/m^3 (media anual)

Descripción

El nitrógeno es el elemento más común del aire que respiramos (78 %), y conforma un grupo de óxidos como el óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO_2); el primero es relativamente inofensivo, pero el segundo puede causar efectos adversos en la salud y bienestar.

Las fuentes naturales más comunes son la descomposición bacteriana de nitratos orgánicos, incendios forestales y de pastos, y la actividad volcánica; en tanto que la principal fuente antropogénica es la quema de combustibles fósiles.

En presencia de hidrocarburos y luz ultravioleta es la principal fuente de ozono troposférico (precursor de O_3) y de aerosoles de nitratos que constituyen una fracción importante de la masa de MP del aire.

Impactos a la salud y al ambiente

El NO_2 daña el sistema respiratorio porque es capaz de penetrar las zonas más profundas de los pulmones irritándolos, puede bajar la resistencia a infecciones respiratorias, como la gripe. La exposición continua o frecuente a las concentraciones más altas que las típicamente encontradas en el aire ambiental, puede causar una mayor incidencia de enfermedades respiratorias en niños.

Al igual que el SO_2 contribuye en la formación de la lluvia ácida (ácido nítrico), con los subsecuentes efectos adversos para el ambiente, vida animal e infraestructura.

2.2 Principales fuentes de contaminación en las ciudades

Como parte de los procesos de elaboración de los diagnósticos de línea base en las treinta y un (31) zonas de atención prioritaria, dispuesto en el Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental del Aire[17], se elaboraron los inventarios de emisiones en dichas zonas; a partir de los cuales se han identificados las principales fuentes de contaminación del aire, según se observa a continuación:

En muchas de las zonas de atención prioritaria la principal fuente de contaminación lo constituye el parque automotor, seguido de las fuentes puntuales, fuentes de área y fuente natural; todas las emisiones generadas por las diversas fuentes contribuyen al deterioro de la calidad del aire en las ciudades.

[17] Aprobado por Decreto Supremo n.° 074-2001-PCM

Tabla 2
Principales fuentes de contaminación en las ciudades

N.º	Zona de Atención Prioritaria	Principales fuentes de contaminación
1	Arequipa	Ladrilleras, cementeras, parque automotor (vehículos)
2	Cerro de Pasco	Extracción de minerales
3	Chiclayo	Parque automotor (vehículos), industrias (ladrilleras, azucarera, fundiciones) y fuente de área (panaderías, imprentas y carpinterías)
4	Chimbote	Industria pesquera
5	Cusco	Parque automotor (vehículos), ladrilleras
6	Huancayo	Parque automotor (vehículos)
7	Ilo	Fundición de cobre
8	Iquitos	Generación eléctrica, refinación de petróleo. Parque automotor (motocicletas)
9	La Oroya	Fundición de concentrados de minerales (Plomo, Cobre, Zinc), fuente natural y fuente de área (comercios y servicios)
10	Lima-Callao	Parque automotor (vehículos), industrias
11	Pisco	Industria pesquera
12	Piura	Parque automotor (vehículos)
13	Trujillo	Parque automotor (vehículos), industrias, briquetas de carbón, quema de caña de azúcar, ladrilleras
14	Cajamarca	Parque automotor (vehículos), fuente de área, fuente natural.
15	Pucallpa	Aserraderos, carboneras
16	Tacna	Parque automotor (vehículos), ladrilleras
17	Abancay	Fuente natural, fuentes móviles, fuentes de área (servicios y comercios)
18	Ayacucho	Fuente natural, fuentes móviles, fuentes de área (servicios y comercios)
19	Bagua Grande	Aserradoras y cepilladoras, fuentes de área (pollerías, panaderías)
20	Chachapoyas	Aserradoras y cepilladoras, fuentes de área (pollerías, panaderías)
21	Huancavelica	Fuente natural, fuentes móviles, fuentes de área (servicios y comercios)
22	Huánuco	Parque automotor (vehículos), canteras.
23	Huaraz	Parque automotor (vehículos), ladrilleras
24	Ica	Parque automotor, fuente natural
25	Juliaca	Fuentes naturales, fuentes móviles, ladrilleras y fuentes de área.
26	Moyobamba	Fuente natural, fuentes móviles, fuentes de área (servicios y comercios)
27	Moquegua	Parque automotor, fuente natural, fuente de área (panaderías, pollerías)
28	Puerto Maldonado	Fuentes naturales, fuentes móviles, aserraderos y fuentes de área.
29	Puno	Fuentes naturales, fuentes móviles y fuentes de área.
30	Tarapoto	Fuente natural, fuentes móviles, fuentes de área (servicios y comercios)
31	Tumbes	Cultivo de arroz, fuentes de área (panaderías, pollerías)

Fuente: Planes de Acción para la mejora de la Calidad del Aire

Las estimaciones de las emisiones que se aprecian en los planes “A Limpiar el Aire” de las ZAP aprobadas en el Decreto Supremo n.° 074-2001-PCM, se realizaron utilizando, para el caso de fuentes fijas y móviles, la Metodología de “Evaluación de fuentes de Contaminación del Aire de Alexander P. Economopoulos; en tanto que para las ciudades priorizadas por la Resolución Ministerial n.° 339-2012-MINAM, para el caso de fuentes de emisiones móviles se utilizó el software “Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE por sus siglas en Inglés), financiado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), Oficina de Asuntos Internacionales”. Para el caso de la metrópoli Lima - Callao, el Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio, utilizó el modelo IPIECA (Internacional Petroleum Industry Environmental Conservation Association) para la estimación de fuentes fijas y móviles.

Es pertinente señalar que la mayoría de los planes de acción se desarrollaron entre el 2003 y 2013, por tanto es posible que las cifras presentadas en los primeros planes de acción (Arequipa, Cusco, Huancayo, Ilo, La Oroya, Lima-Callao, Piura e Iquitos) difieran en caso se actualicen los datos al presente año. No obstante, se realizó un análisis comparativo de los datos de 29 ciudades[18] que permitirá orientar a las entidades responsables del monitoreo de la calidad del aire, en la toma de decisiones de qué tipo de contaminantes deberán ser evaluados teniendo en cuenta las mayores emisiones en cada una de las ciudades. Los resultados del análisis se describen a continuación:

- En el Gráfico 2 se aprecia de manera comparativa los porcentajes de emisiones de material particulado (como partículas totales en suspensión PTS), dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV) e hidrógeno sulfurado (H_2S) liberadas por fuentes fijas constituidas tanto por fuentes puntuales (como industrias, ladrilleras y otros grandes procesos productivos) y fuentes de área (panaderías, pollerías, talleres, etc.).

- Se aprecia que las ciudades donde se emitieron mayores porcentajes de CO son Tumbes, Huancayo, Tarapoto, Chachapoyas y Bagua Grande; en tanto que para las ciudades de Pasco, Chiclayo y Cusco, el PTS es el que en mayor porcentaje se emitió. Para el caso del SO_2, claramente se observa que en La Oroya e Ilo, este contaminante constituye casi el 100 % de sus emisiones por fuentes fijas.

- En el Gráfico 3, se observan las emisiones de fuentes móviles de contaminantes como monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV) que incluye las COV evaporativas, óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), material particulado (PM), apreciándose fácilmente que el CO es el contaminante que en mayor porcentaje emiten las fuentes móviles, seguido de los COV, con excepción de Tacna, donde los NO_x están en mayor porcentaje (dado que no se reportaron emisiones de CO y COV).

Comparando los porcentajes de emisiones contaminantes que proceden de las fuentes fijas y fuentes móviles en las ciudades, al respecto se tiene los siguientes gráficos:

- En la mayoría de las zonas de atención prioritaria, el material particulado proviene de las fuentes fijas, a diferencia de Cusco, Tacna, Huancayo, Lima, Chachapoyas y Tarapoto que las emisiones son de las fuentes móviles.

- En el Gráfico 5 se observa que en las ciudades de Cusco, Huancayo, Ica, Moyobamba, Puerto Maldonado, Tacna, Tarapoto, Bagua Grande y Chachapoyas, las fuentes móviles son las que emiten SO_2 en mayor porcentaje.

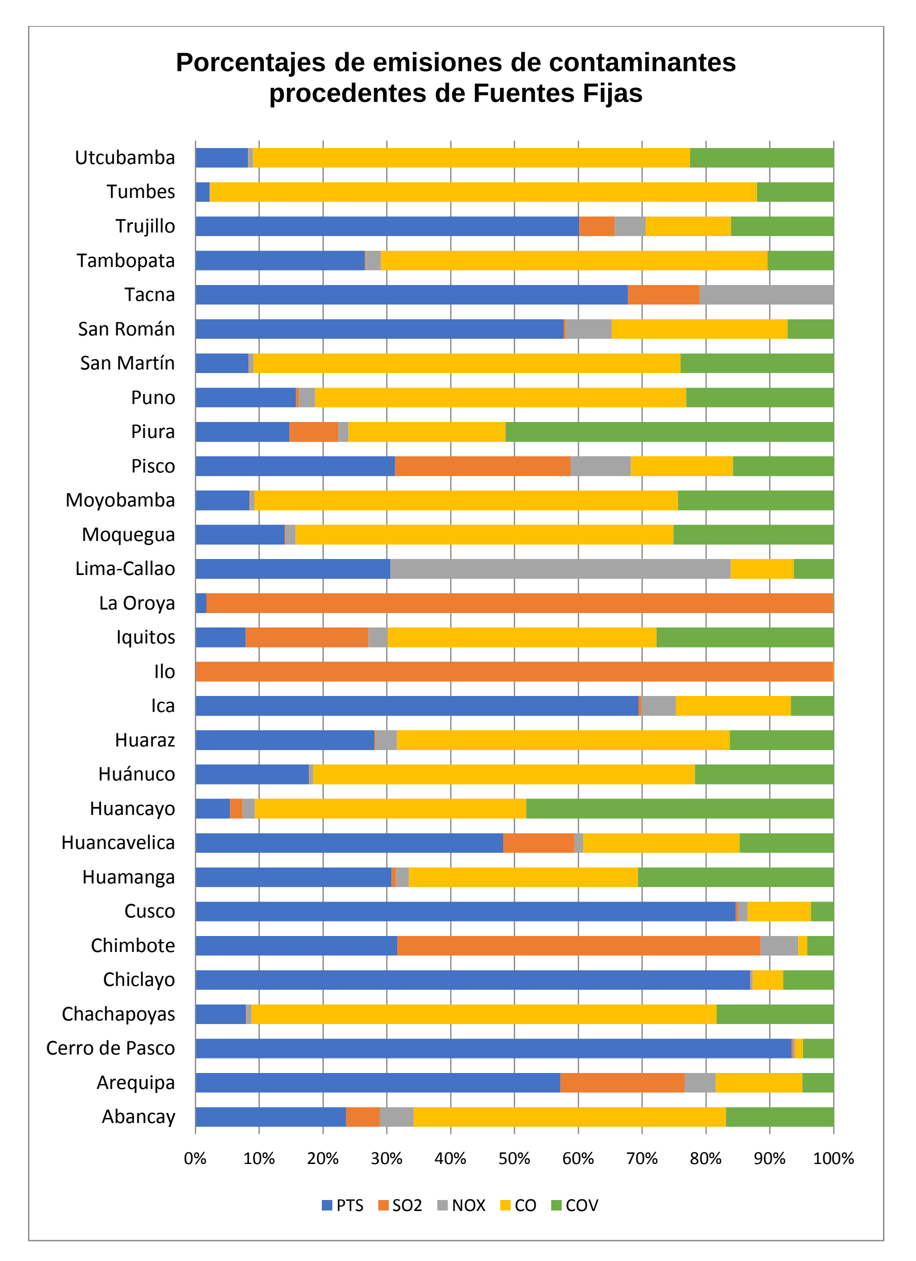
---

[18] Se exceptúa a las ciudades de Cajamarca y Pucallpa porque sus planes no cuentan con estimación de emisiones.

- En el Gráfico 6 se observa que en todas las ciudades, las fuentes móviles son las principales aportantes de las emisiones de óxidos de nitrógeno. Similar situación se presenta para el caso del monóxido de carbono, pues en muy alto porcentaje es responsabilidad de las fuentes móviles (Gráfico 6).

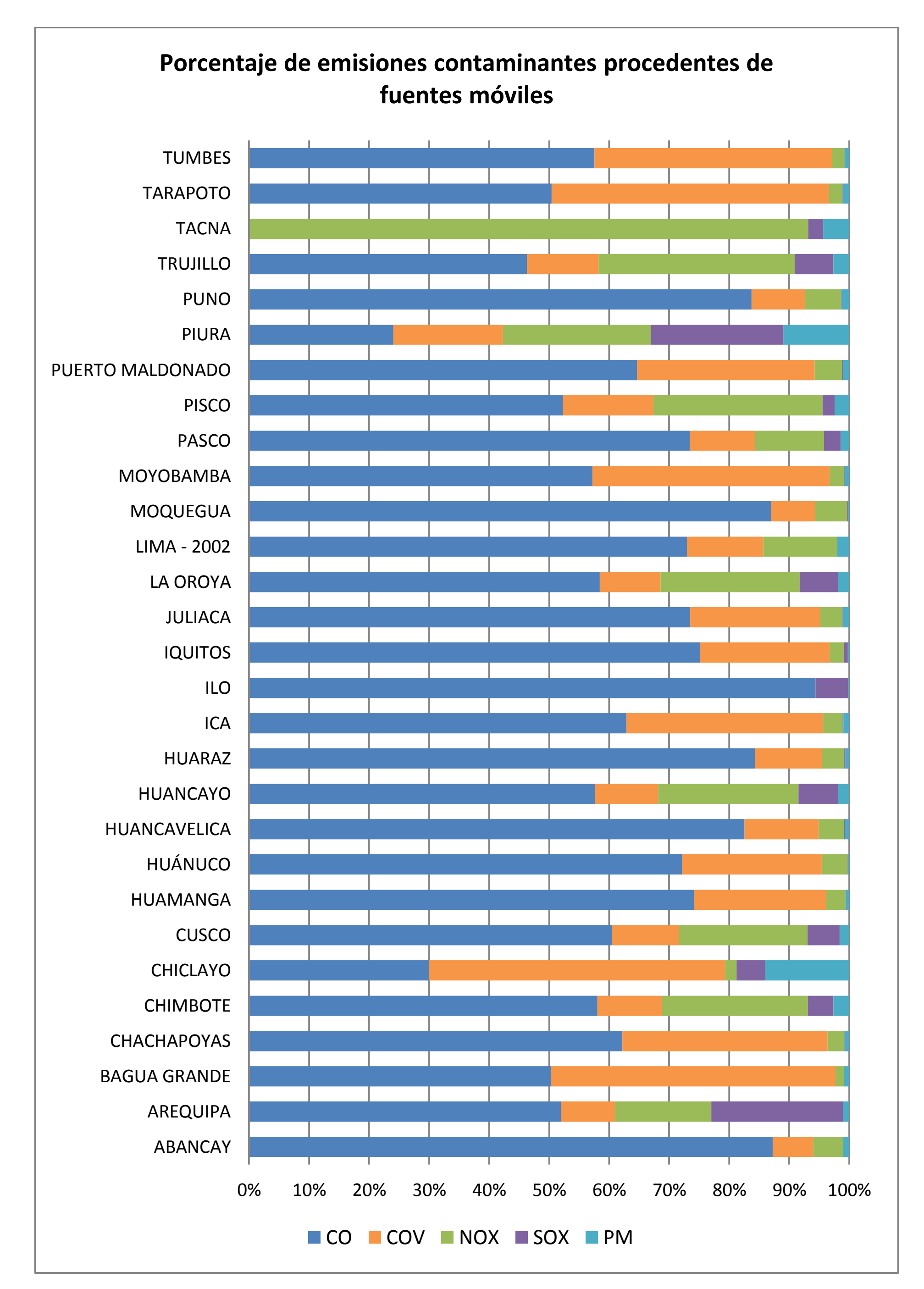
Gráfico 2

Porcentajes de emisiones contaminantes procedentes de fuentes fijas en ciudades



Fuente: Planes de Acción a Limpiar el Aire y Planes de Acción para la mejora de la Calidad del Aire

Gráfico 3
Porcentaje de emisiones contaminantes procedentes de fuentes móviles en ciudades



Fuente: Planes de Acción a Limpiar el Aire y Planes de Acción para la mejora de la Calidad del Aire de las Zonas de Atención Prioritaria

Gráfico 4
Porcentaje de emisiones de PTS/PM de fuentes fijas y fuentes móviles

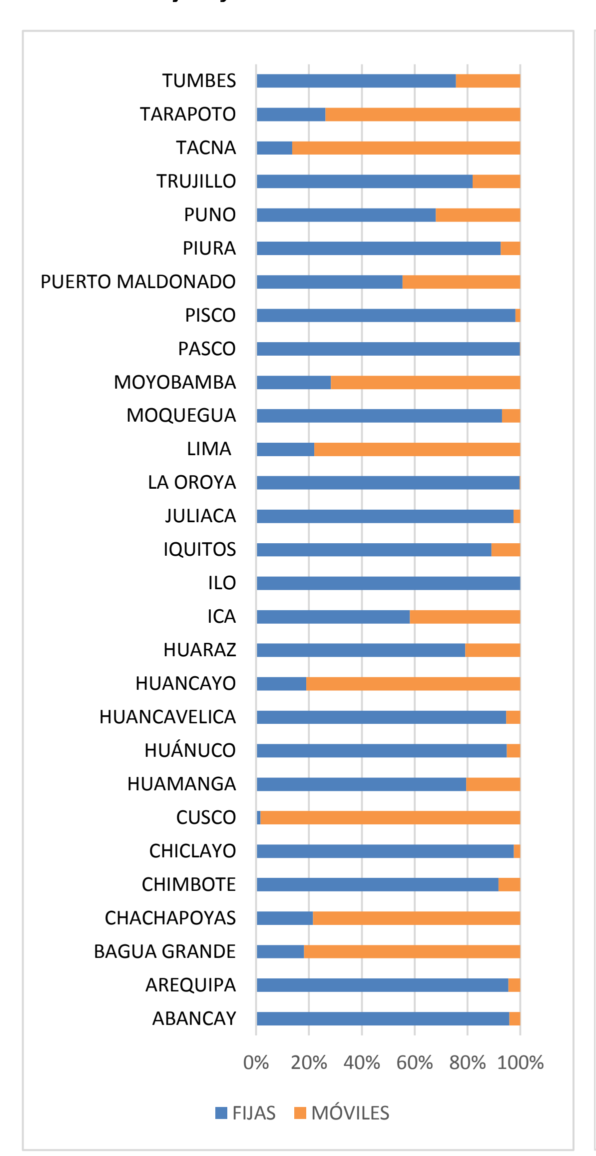
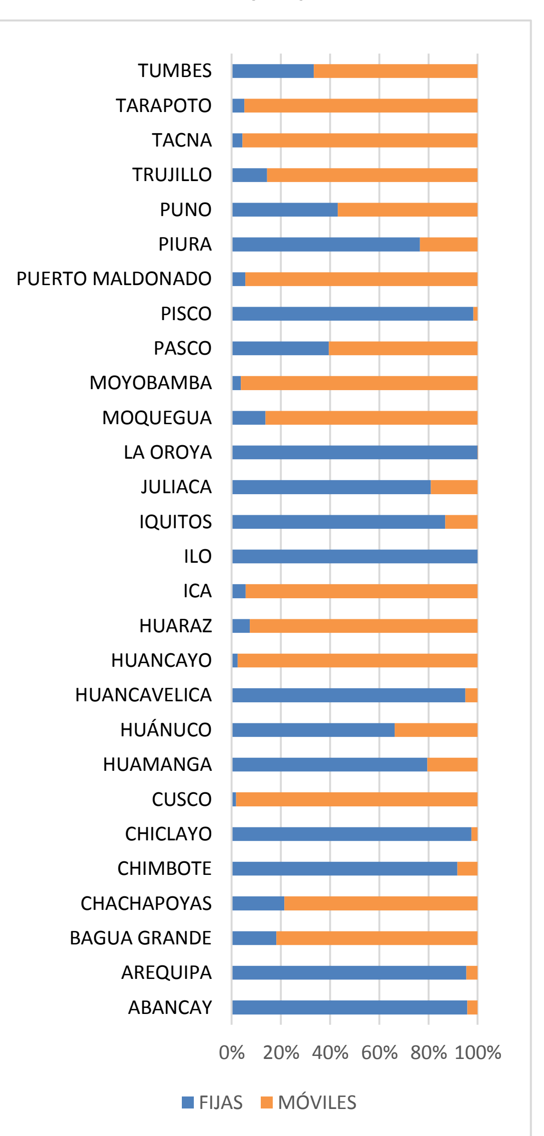


Gráfico 5
Porcentaje de emisiones de SO_2 de fuentes fijas y fuentes móviles



Fuente: Planes de Acción a Limpiar el Aire y Planes de Acción para la mejora de la Calidad del Aire de las Zonas de Atención Prioritaria

Gráfico 6
Porcentaje de emisiones de NO_x de fuentes fijas y fuentes móviles

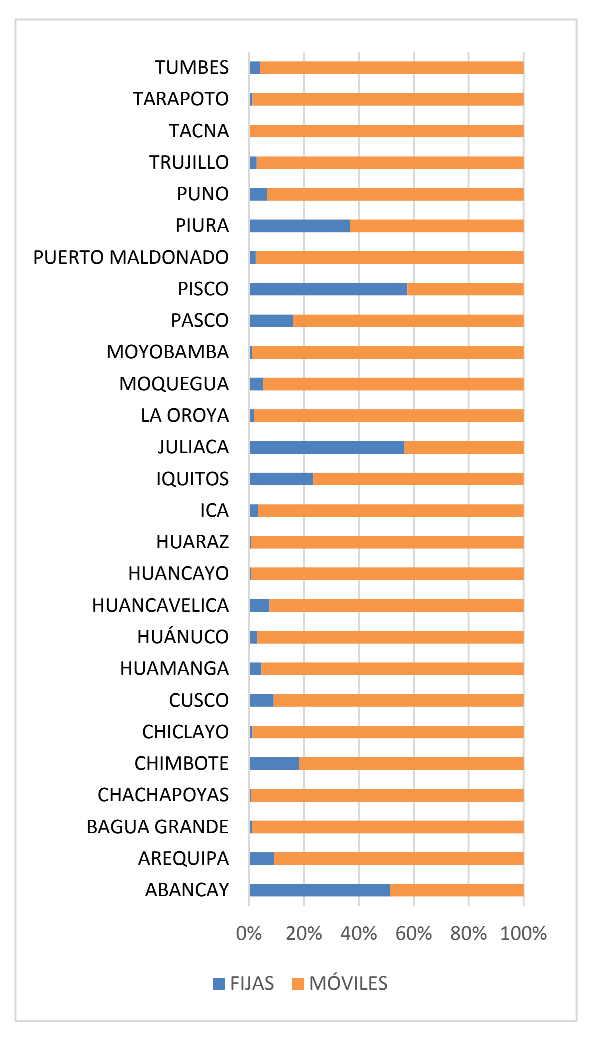
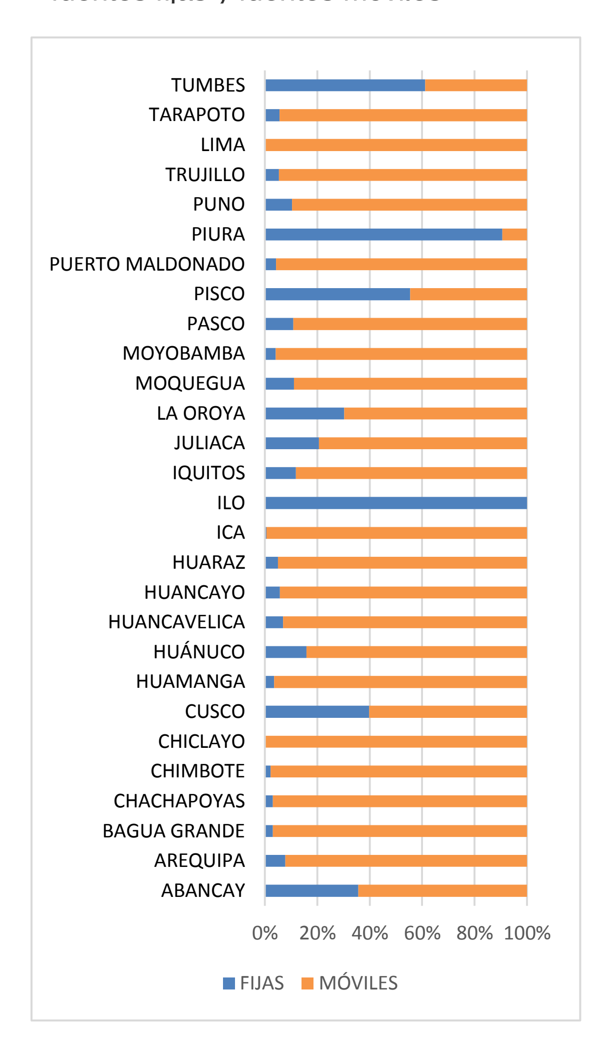


Gráfico 7
Porcentaje de emisiones de CO de fuentes fijas y fuentes móviles



Fuente: Planes de Acción a Limpiar el Aire y Planes de Acción para la mejora de la Calidad del Aire de las Zonas de Atención Prioritaria

2.3 Monitoreo de la Calidad del Aire

Para conocer el estado de la calidad del aire, es necesario realizar mediciones de los contaminantes criterio y comparar los resultados con los estándares de calidad ambiental establecidos en el país, permitiendo identificar las zonas con mayor riesgo para la salud (más contaminadas) y proponer intervenciones eficaces para reducir dichos riesgos.

La evaluación de la contaminación del aire en el Perú se inició con el proyecto de la Red Panamericana de la Calidad del Aire, liderado por la Organización Panamericana de la Salud OPS entre los años 1967-1980, contando Lima con varias estaciones de Monitoreo para polvo atmosférico.

El Programa de Vigilancia de Calidad del Aire se inicia en el año 1986 con monitoreos periódicos de Partículas Totales en Suspensión (PTS) en la Estación CONACO (Av. Abancay) realizados por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud (DIGESA).

En el año 1999; luego de realizar un Estudio de Saturación en Lima y Callao, se establecen estaciones de monitoreo de la calidad del aire en 5 zonas de la ciudad de Lima y Callao (Callao, Lima Ciudad, Lima Norte, Lima Sur y Lima Este). En el año 2000 se fortalecieron los Programas de Vigilancia de la Calidad del Aire en las ciudades de Lima Metropolitana y Arequipa.

En el 2001, se establecieron las primeras 13 Zonas de Atención Prioritaria, encargando a la DIGESA, la realización de los diagnósticos de línea de base en coordinación con otras entidades públicas sectoriales, regionales y locales, así como las entidades privadas. Es a partir de entonces que se implementan de manera progresiva la Red de Vigilancia de Calidad del Aire a nivel nacional en las ciudades de Arequipa, Trujillo, Cusco y Chiclayo a cargo de las Direcciones Ejecutivas de Salud Ambiental de dichos ámbitos; en La Oroya, en coordinación con la empresa DOE RUN se establecen estaciones de monitoreo con equipamiento automático previa validación de la DIGESA, y en Ilo, la responsabilidad recae en la Municipalidad Provincial.

La data de calidad del aire de dichos programas ha ido creciendo, como es el caso de Lima Metropolitana, incorporando nuevas instituciones, estaciones y mejorando en equipamiento; sin embargo en otras ciudades la generación de información se ha descontinuado o limitado en número de estaciones y días monitoreados, debido a la falta de presupuesto para el mantenimiento de los equipos, falta de personal capacitado, rotación de funcionarios, entre otros, factores que han limitado una evaluación adecuada de la calidad del aire.

Otra limitación está referida a la incorporación de las dieciocho nuevas ZAP en adición a las trece ya establecidas, puesto que se han realizado monitoreos puntuales no cubriendo al menos las estaciones de verano e invierno y los días de la semana, por lo que dicha información debe ser considerada como data referencial.

Este esfuerzo de contar con data de calidad del aire del país, en particular en las ZAP, es una oportunidad para involucrar de manera activa a los Gobiernos Regionales y Locales y fortalecer las capacidades de la DIGESA, el SENAMHI y el MINAM en la gestión e implementación de dicho programa, a fin de contar con data en tiempo real, validada que permita tomar decisiones para implementar las medidas preventivas, correctivas y proteger la salud de las personas.

2.3.1 Información de Calidad del Aire en las Zonas de Atención Prioritaria

En las zonas de atención prioritaria se cuenta con información de calidad del aire referida a los parámetros PM10, PM2,5, SO_2, NO_2, producto en algunas zonas, de programas de vigilancia de la calidad del aire establecidos permanentemente y en otras, realizadas como parte de los procesos de diagnósticos de línea base, siendo por tanto, muestreos puntuales.

Los monitoreos han sido realizados principalmente por el Ministerio del Ambiente (MINAM), la DIGESA, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) y algunas Municipalidades Provinciales.

La información que se presenta en este informe sobre los resultados del monitoreo de la calidad del aire, está referida a muestreos puntuales de las 18 nuevas ZAP realizados entre los años 2013 y 2014 y de muestreos continuos de los programas de vigilancia

establecidos en algunas de las primeras 13 ciudades que permiten mostrar tendencias y evolución de las concentraciones de algunos contaminantes, que fueron muestreados de acuerdo a los métodos establecidos en los ECA (métodos activos y automáticos, referidos a PM10, PM2,5, SO_2, NO_2).

A continuación se presentan resultados de los monitoreos de la calidad del aire obtenidos durante los años 2001 al 2014, mostrando tendencias y evoluciones. Cabe señalar que solo se cuenta con información referida a algunos años y para algunos parámetros.

2.3.2 Resultados de los Programas de Vigilancia de la Calidad del Aire en las Zonas de Atención Prioritaria

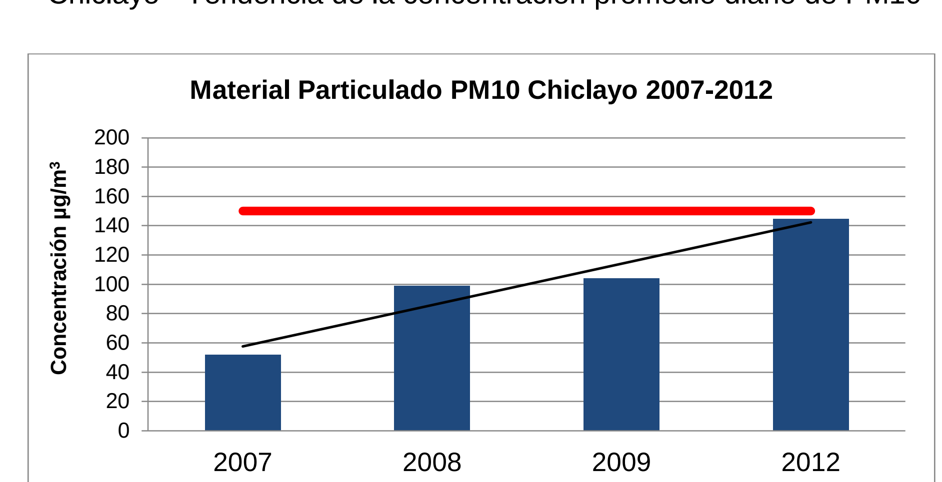
- ### Chiclayo:

En el caso de la ciudad de Chiclayo, los monitoreos fueron realizados por la Dirección Regional de Salud de Lambayeque, solo para el parámetro PM10, en cuatro estaciones: Centro de Salud Quiñones, Centro de Salud de La Victoria, Centro de Salud de José Leonardo Ortiz y Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental.

Los monitoreos se realizaron durante los años 2007, 2008, 2009 y 2012; en todos los años se excede el valor del ECA de Aire para PM10 promedio anual de 50 µg/m³ y si bien es cierto no se excedió el valor promedio del ECA diario de 150 µg/m³ durante esos años, la tendencia de los promedios diarios es creciente, llegando en el 2012 a 148,5 µg/m³, al borde del valor ECA diario mostrando un incremento de los niveles de contaminación como se observa en el Gráfico 7. Igualmente, en la data evaluada se observa un incremento en los valores máximos y mínimos en cada una de las 4 estaciones.

Gráfico 8

Chiclayo - Tendencia de la concentración promedio diario de PM10



Fuente: Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), 2007-2012

• Trujillo

Los monitoreos han sido realizados por la Dirección Regional de Salud de La Libertad, para el parámetro NO_2 durante los años 2007 al 2010 con métodos pasivos y de PM10 por métodos activos en igual periodo. Los puntos de monitoreo para NO_2 fueron 18 en el 2007, y a partir del 2008, solo 11.

Con respecto al PM10 se establecieron 4 estaciones de monitoreo: Red Trujillo, Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental, Hospital Belén y Hospital Regional. Los resultados muestran que si bien es cierto los valores promedio diario de cada año no sobrepasan el ECA, sin embargo los valores máximos diarios registrados exceden en todos los años dicho valor, llegando a 205 µg/m³.

Los valores de NO_2, obtenidos por métodos pasivos, son bastante bajos durante todos los años y sus valores máximos en ningún caso sobrepasan el valor del ECA. Asimismo se nota una tendencia decreciente cada año.

Gráfico 9

Trujillo - Tendencia de la concentración promedio diario PM10

Material Particulado PM10 Trujillo 2007-2012

Concentración µg/m3

160
140
120
100
80
60
40
20
0

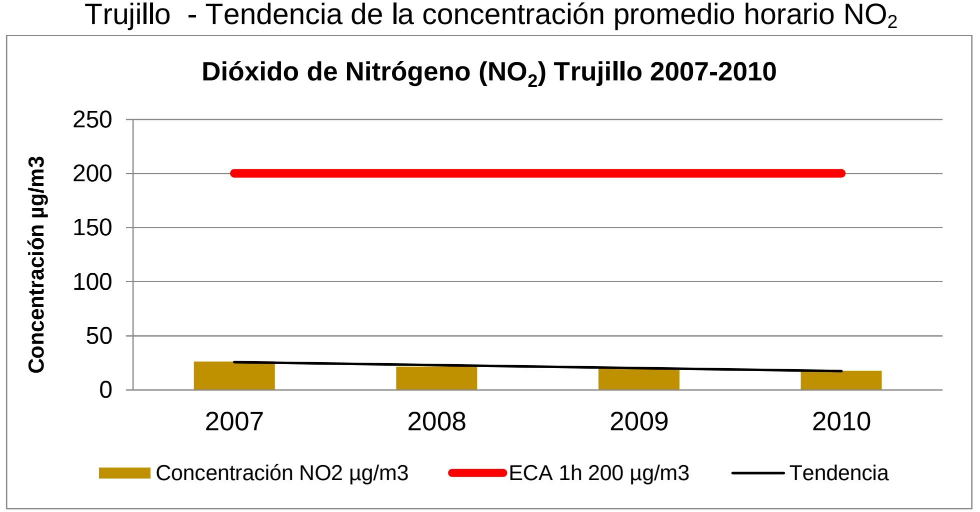
2007 2008 2009 2010 2012

Concentración PM10 µg/m3 ECA 24h 150 µg/m3 Tendencia

Fuente: Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), 2007-2012

Gráfico 10

Trujillo - Tendencia de la concentración promedio horario NO_2



Fuente: Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), 2007-2010

• Arequipa

Los monitoreos han sido realizados por la Dirección Regional de Salud de Arequipa, para el parámetro PM10, durante los años 2007 al 2012 por métodos activos. Se han establecido 5 estaciones de monitoreo, en la Municipalidad de Arequipa, Miguel Grau, Cono Norte, Socabaya y Cerro Verde.

Los resultados para PM10 muestran que si bien es cierto los valores promedio diario de cada año no sobrepasan el ECA, sin embargo los valores máximos diarios registrados exceden en todos los años dicho valor, llegando a 342 µg/m³.

Los valores promedio diario en los años 2007-2012 muestra una tendencia decreciente. Asimismo cabe señalar que en la Estación Cono Norte se han registrado los valores más altos de concentración promedio diaria de PM10, la cual en varios meses duplica y hasta triplica los valores detectados en las otras estaciones. La Estación Socabaya es la que presenta siempre los valores más bajos.

Gráfico 11
Arequipa - Tendencia de la concentración promedio diario PM10, 2007-2012

Material Particulado PM10, Arequipa 2007-2012
Concentración µg/m³
120
100
80
60
40
20
0
2007
2010
2012

Fuente: Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), 2007-2012

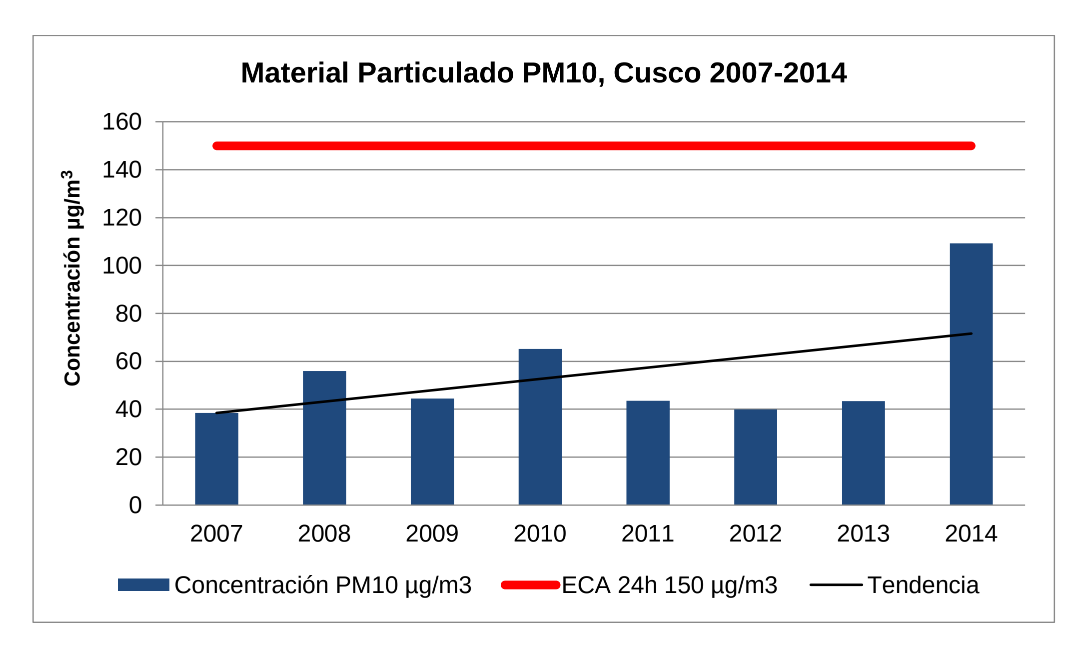
• Cusco

Los monitoreos con métodos activos para el parámetro PM10, han sido realizados por la Dirección Regional de Salud del Cusco en coordinación con la Municipalidad Provincial, durante los años 2007 al 2014. Se han establecido 5 estaciones de monitoreo, en la Dirección Regional de Salud - Red Sur, DIRESA, Av. La Cultura, Puesto de Salud Wanchaq y Puesto de Salud Belén Pampa. Asimismo se han realizado monitoreos de NO_2 por métodos pasivos durante el mismo periodo 2007-2012 en 15 estaciones.

Los resultados para PM10 muestran que si bien es cierto, los valores promedio diario de cada año no sobrepasan el ECA diario, los valores máximos diarios registrados exceden en algunos años dicho valor, llegando a 170 µg/m³. Los valores promedio diario en los años 2007-2014 muestra una tendencia creciente. Asimismo cabe señalar que en la Estación DIRESA-Red Sur se han registrado los valores más altos y en la estación de la Avenida La Cultura los más bajos valores. Los resultados de los niveles de NO_2 por métodos pasivos durante el mismo periodo 2007-2014 se presentan en el gráfico siguiente y muestra niveles bajos. Ver gráficos 12 y 13.

Gráfico 12

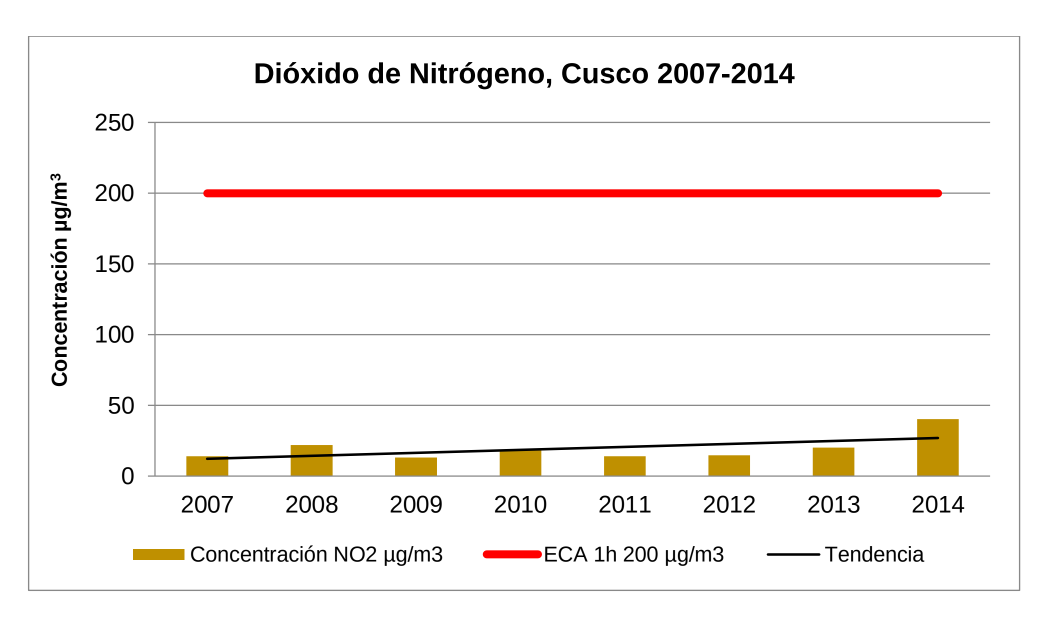
Cusco - Tendencia de la concentración Promedio diario PM10, 2007-2014



Fuente: Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), 2007-2012

Gráfico 13

Cusco - Tendencia de la concentración promedio horario NO_2, 2007-2014



Fuente: Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), 2007-2014

- ## La Oroya

Los monitoreos de la ciudad de La Oroya han sido realizados por la Empresa DOE RUN bajo la supervisión de la DIGESA, se han establecido seis estaciones de monitoreo Sindicato, Hotel Inca, Casaracra, Marcavalle, Huari, Huaynacancha y se evalúan los parámetros PM10, PM2,5 y SO_2.

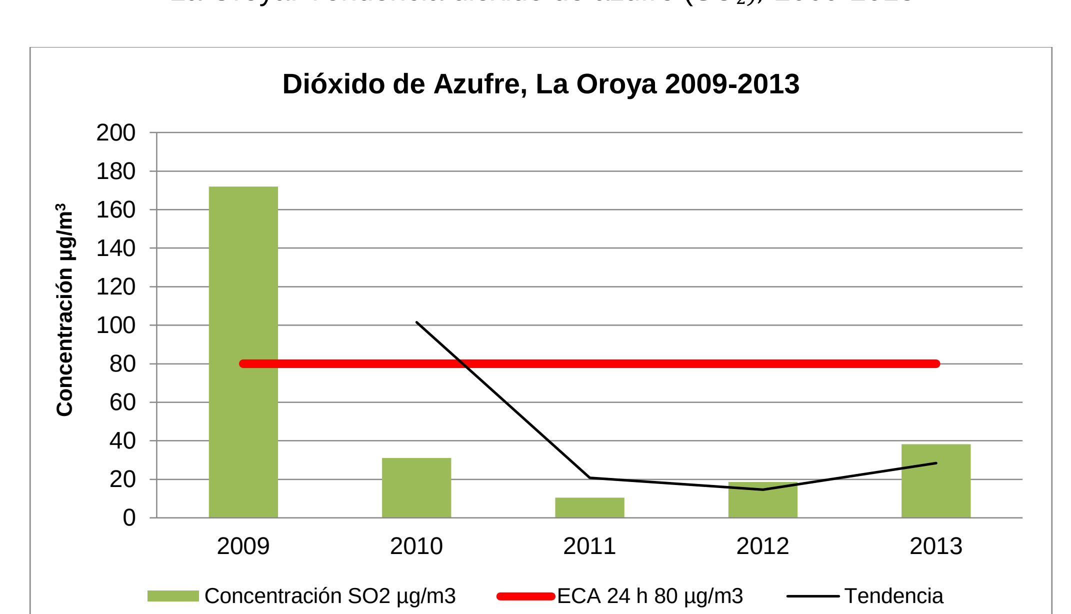
En los Gráficos 14 y 15 se presentan las tendencias de las concentraciones de los tres contaminantes.

Cabe mencionar que en el caso del SO_2 los valores que presentaba La Oroya hasta el año 2009 eran bastante elevados, excediendo largamente el valor del ECA y sus valores máximos correspondían con los niveles de alerta. Luego se observa una drástica disminución en sus valores debido a la suspensión de actividades de la principal fuente de emisiones de dicho contaminante, la Empresa DOE RUN.

A partir del año 2012 que se reinician las actividades productivas se observa un incremento de dichos valores mostrando una tendencia creciente, que si bien es cierto el promedio anual no excede el ECA de 80 µg/m³, los valores diarios exceden muchos días dicho valor, llegando a presentar valores elevados en el año 2013, como en la estación Sindicato (577 µg/m³) correspondiendo a valores de alerta; asimismo en el 2013 se ha llegado a exceder 158 días el valor del ECA en dicha estación y 282 días considerando todas las estaciones.

Gráfico 14

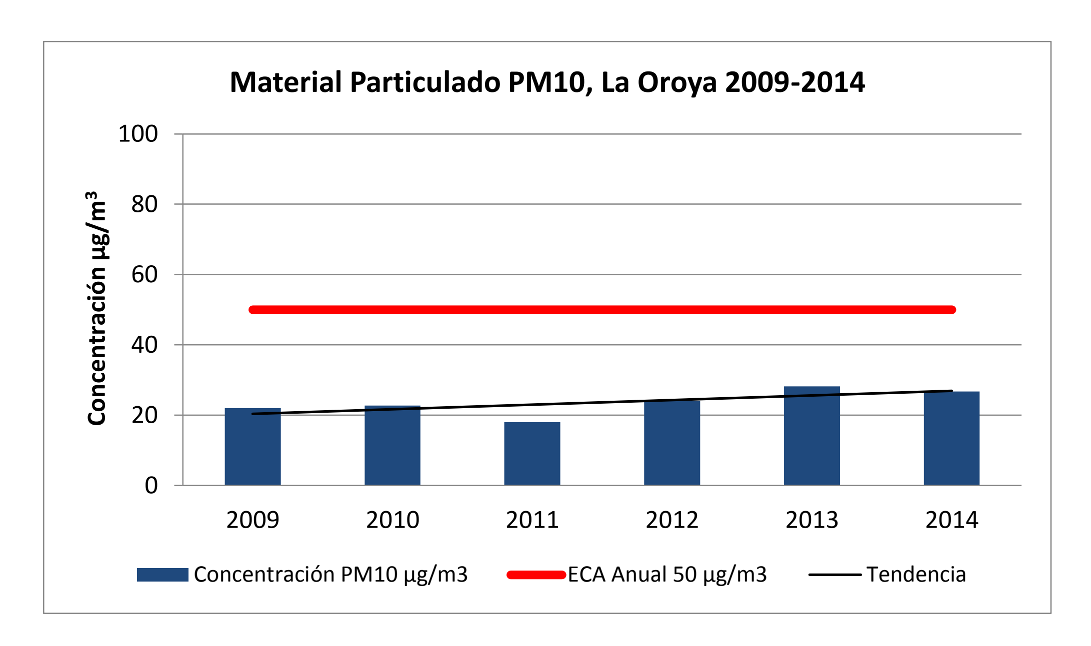
La Oroya: Tendencia dióxido de azufre (SO_2), 2009-2013



Fuente: Información de las Estaciones de Monitoreo de la Empresa DOE RUN

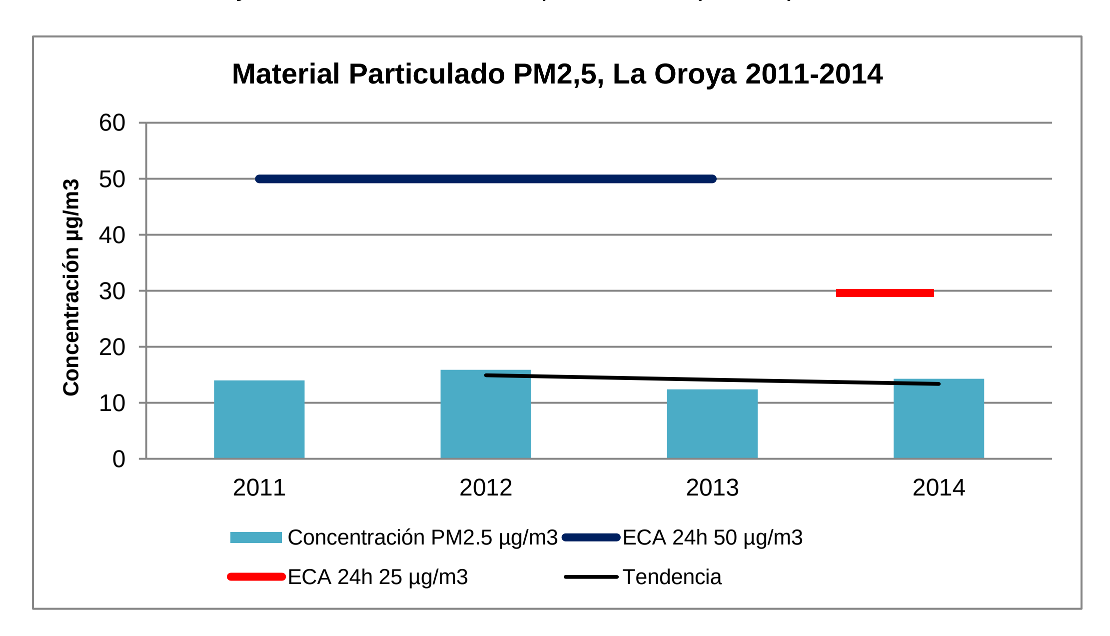
En relación a los parámetros PM10 y PM2,5 los valores obtenidos cumplen con los valores de los ECA, valor promedio anual de 50 µg/m³, para PM10 y durante el periodo 2009-2014 (ver Gráfico 15).

Gráfico 15
La Oroya: Tendencia material particulado (PM10), 2009-2014



Fuente: Información de las Estaciones de Monitoreo de la Empresa DOE RUN

Gráfico 16
La Oroya: Tendencia material particulado (PM2,5), 2009-2014



Fuente: Información de las Estaciones de Monitoreo de la Empresa DOE RUN

- ## Lima y Callao

En Lima y Callao, la contaminación del aire está relacionada principalmente con el parque automotor (fuentes móviles) y las fuentes fijas, tales como plantas industriales, comercios, restaurantes, que emiten contaminantes como el dióxido de azufre ($S0_2$), el dióxido de nitrógeno (NO_2), el material particulado con diámetro menor o igual a 10

micrómetros (PM10) y el material particulado con diámetro menor o igual a 2,5 micrómetros (PM2,5), entre otros.

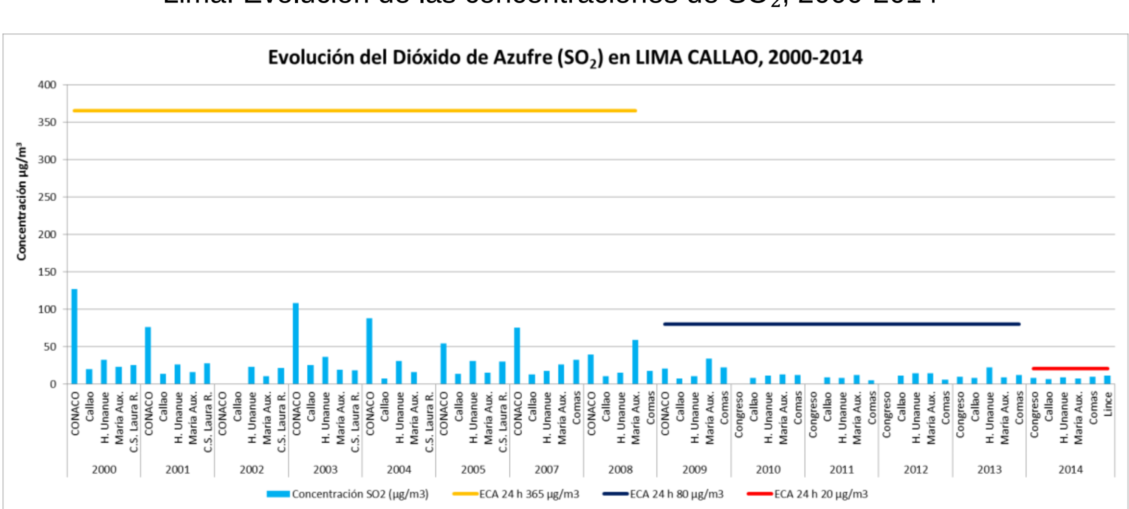
La Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA que cuenta con 4 estaciones de monitoreo para la ciudad de Lima ubicados en Lima Norte, Lima Sur, Lima Este y Lima Ciudad, demostró que entre los años 2000 y 2014, lo resultados de la vigilancia de la calidad del aire muestran una disminución continua en la concentración de los contaminantes criterio; así se puede observar un descenso del 72,8 % en la concentración del dióxido de azufre (SO_2), y 81,9 %, en el caso del dióxido de nitrógeno (NO_2), mientras que la concentración de material particulado (PM10) disminuyó en 41,2 % y en 32,5 % la concentración del material particulado (PM2,5).

La tendencia en las concentraciones de SO_2, muestra que hasta el año 2005 se excedía el ECA anual en Lima Ciudad, considerándose como principal fuente de contaminación al parque automotor. A partir del 2006, los valores muestran una tendencia decreciente. En el caso del NO_2, los valores se encontraron por debajo del ECA; sin embargo, en Lima Ciudad se presentaron los niveles más altos respecto a las otras zonas monitoreadas. La evolución del NO_2 durante los años 2000-2014 muestra una disminución significativa, situación que continua hasta la actualidad, cabe notar que la estación de Lima Ciudad es la que presenta los valores más elevados, respecto de las otras estaciones de monitoreo.

Para el caso del PM2,5 se encontraron concentraciones superiores al ECA, en las estaciones de Lima Ciudad, Lima Norte y Lima Este; es a partir del año 2007 que se nota con claridad una tendencia decreciente a pesar de que aún se continúa excediendo el ECA. En cuanto al material particulado PM10, en el periodo comprendido entre los años 2007 y 2014, los valores muestran una tendencia decreciente, pero aún exceden el ECA anual.

Gráfico 17

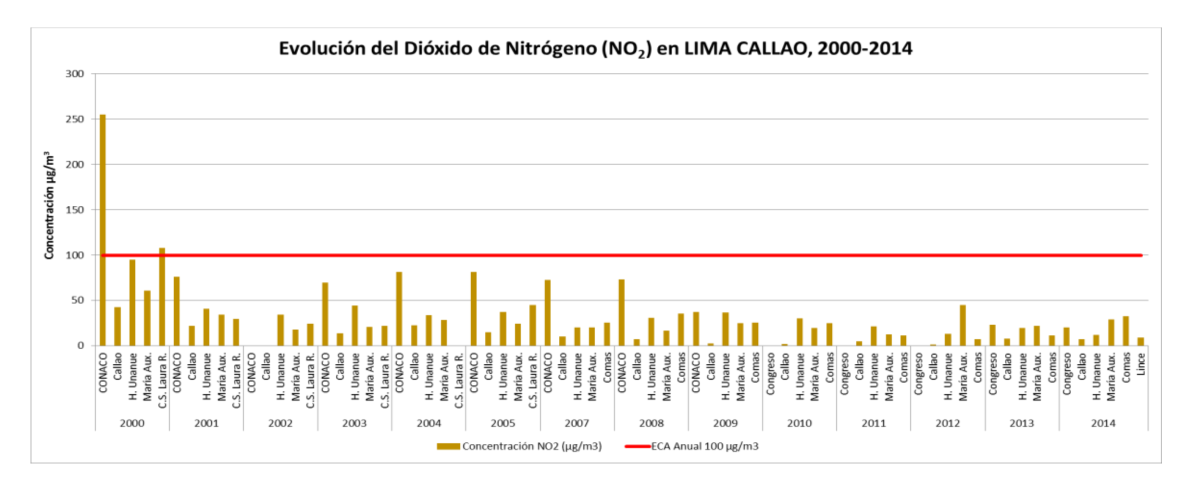
Lima: Evolución de las concentraciones de SO_2, 2000-2014



Fuente: Programa de Vigilancia Lima y Callao - DIGESA

Gráfico 18

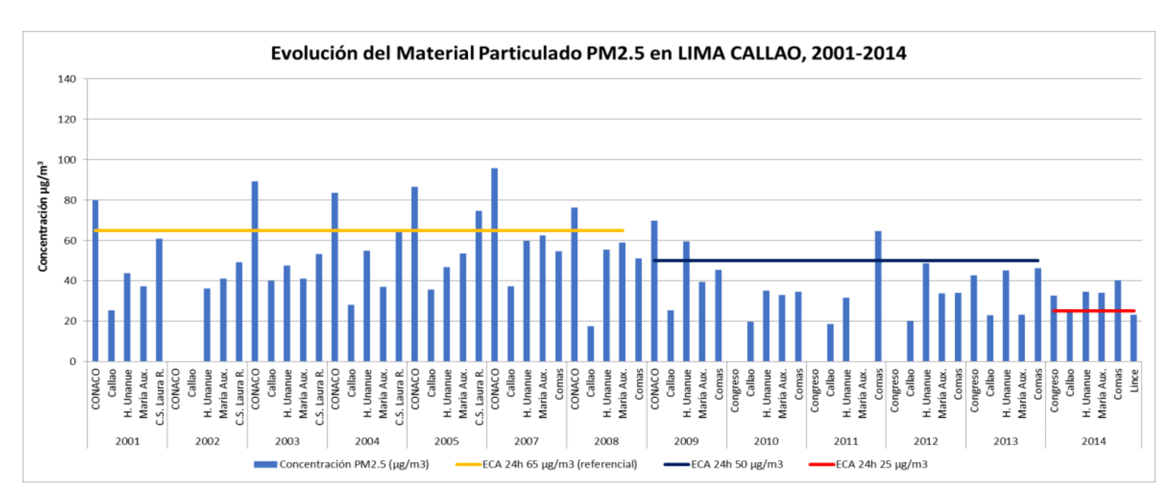
Lima: Evolución de las concentraciones de NO_2, 2000-2014



Fuente: Programa de Vigilancia Lima y Callao - DIGESA

Gráfico 19

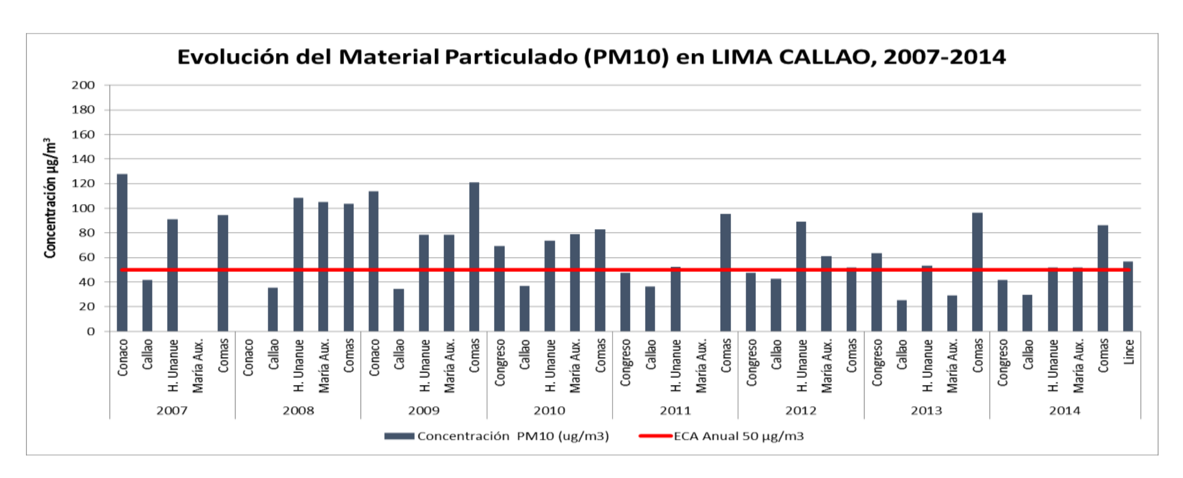
Lima - Evolución de las concentraciones de PM2,5, 2001-2014



Fuente: Programa de Vigilancia Lima y Callao – DIGESA

Gráfico 20

Lima - Evolución de las concentraciones de PM10, 2007-2014



Fuente: Programa de Vigilancia Lima y Callao - DIGESA

A partir del año 2010, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) ha implementado la Red de Vigilancia de Calidad del Aire en Lima Metropolitana, contando con 5 estaciones fijas ubicadas en los distritos de Jesús María (Estación Campo de Marte), Santa Anita, San Borja, Ate y Villa María del Triunfo, en las cuales se monitorea las concentraciones de los contaminantes material particulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM10), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2) y ozono (O_3).

En el año 2014 se han implementado 5 estaciones en los distritos de San Juan de Lurigancho, Lurigancho (Huachipa), San Martín de Porres, Puente Piedra y Carabayllo, en las cuales además de los parámetros monitoreados se ha incluido el parámetro material particulado con diámetro menor o igual a 2,5 micrómetros (PM2,5).

A continuación se presenta la información de los parámetros PM10 y SO_2, del periodo comprendido entre el 2010 y 2013, correspondiente a las estaciones de Jesús María, Santa Anita, San Borja, Ate y Villa María del Triunfo. En el Gráfico 20, se puede observar que en las estaciones de Ate, Santa Anita y Villa María del Triunfo se excede el ECA de Aire para PM10 valor promedio 24 horas de 150 µg/m^3.

Gráfico 21

Lima: Evolución de las concentraciones de PM10 SENAMHI, 2010-2013

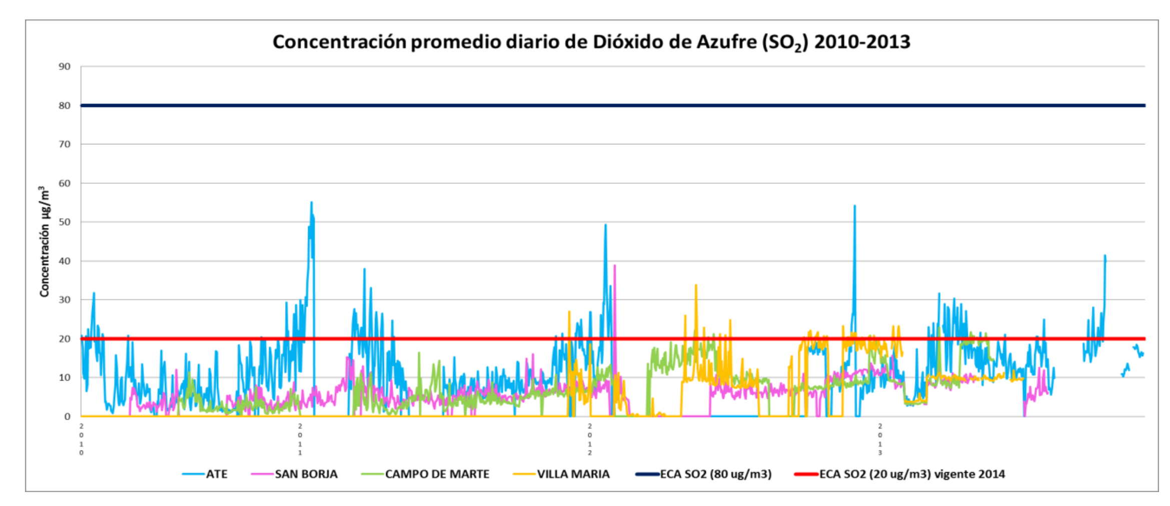
Concentración promedio diario de Material Particulado PM10 2010-2013

ATE — SAN BORJA — CAMPO DE MARTE — SANTA ANITA — VILLA MARIA — ECA 24h PM10 (150 ug/m3)

Fuente: SENAMHI, 2010-2013

Para el caso del SO_2, se puede observar en el Gráfico n.° 21 que las concentraciones en todas las estaciones se encuentran por debajo del ECA de Aire para SO_2, valor 24 horas de 80 µg/m^3; sin embargo, si comparamos con el ECA vigente 2014, de 20 µg/m^3, se excede el valor en las estaciones de Ate y Villa María del Triunfo.

Gráfico 22
Lima: Evolución de las concentraciones de SO_2 SENAMHI, 2010-2013

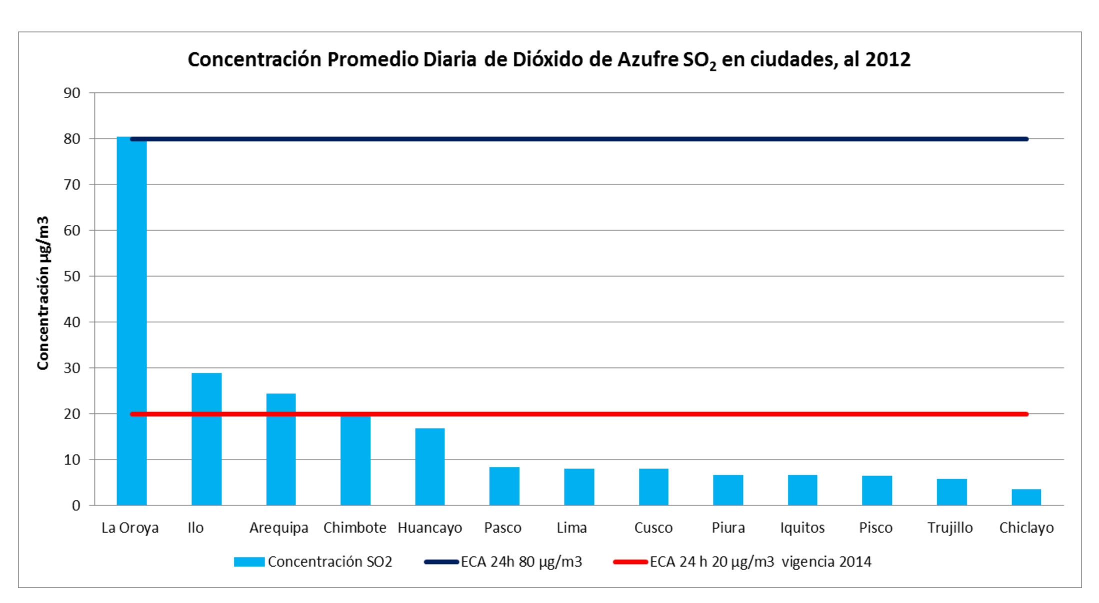


Fuente: SENAMHI, 2010-2013

2.3.3 Resultados de los monitoreos puntuales

Respecto a los resultados de monitoreos puntuales de dióxido de azufre (SO_2), realizados por el SENAMHI y la DIGESA, 12 de las 13 ciudades monitoreadas mostraron valores por debajo del Estándar de Calidad Ambiental de Aire, ECA 24 horas de 80 µg/m^3, como se observa en el siguiente gráfico:

Gráfico 23
Perú: Concentración promedio diario de SO_2 - 2012



Fuente: Información proporcionada por DGCA-MINAM

Respecto al PM10, de acuerdo a los monitoreos puntuales realizados por la DIGESA y el SENAMHI al 2012, las ZAP cumplen con el ECA 24 horas de 150 µg/m^3. Destaca el caso de Chiclayo, que presenta una concentración muy cerca al límite, como se aprecia en el Gráfico 24.

Gráfico 24
Perú: Concentración promedio diario de PM10 - 2012

Concentración Promedio Diaria de Material Particulado PM10 en ciudades, 2012

Concentración µg/m3

200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0

Chiclayo Pisco Cusco Pasco Lima Arequipa Piura Trujillo Ilo Iquitos Chimbote La Oroya

Concentración PM10 (µg/m3) ECA 24h 150 µg/m3

Fuente: DGCA-MINAM sobre monitoreos realizados por DIGESA y SENAMHI, 2012

2.3.4 Índice de Calidad del Aire (INCA)

El Ministerio del Ambiente evalúa la información sobre la calidad del aire a nivel nacional, remitida por todos los agentes generadores de dicha información, y para dar a conocer al público en general, la situación de la calidad del aire en el país requiere contar con un indicador que muestre dicha situación de manera sencilla y gráfica con números y colores.

Es por ello que el MINAM ha elaborado el Índice de Calidad del Aire - INCA para representar y calificar el estado de la calidad del aire tomando en cuenta los conceptos ya posicionados en la población como son los colores del semáforo y del espectro de luz como el arco iris, el cual ha sido utilizado en este Informe Nacional.

Considerando los Estándares de Calidad Ambiental del Aire (ECA) vigentes y los Niveles de Estado de Alerta, el INCA se divide en 4 categorías. La banda de color verde significa que la calidad del aire es buena, la banda de color amarillo indica una calidad moderada del aire, la banda de color anaranjado indica que la calidad del aire es mala, finalmente el color rojo de la cuarta banda indica que la calidad del aire se encuentra en el umbral de cuidado, el cual corresponde a la aplicación de los estados de alerta por parte de la autoridad de Salud.

Cada categoría corresponde a los diferentes niveles de cuidado que se deben tener en cuenta para la protección de la salud. A continuación se describen los cuidados y las recomendaciones para cada una de ellas:

Tabla 3
Cuidados y recomendaciones según categoría de Calidad del Aire

CATEGORÍA	CUIDADOS	RECOMENDACIONES
Buena	La calidad del aire es satisfactoria y no representa un riesgo para la salud.	La calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA de Aire. Puede realizar actividades al aire libre.
Moderada	La población sensible (niños, tercera edad, madres gestantes, personas con enfermedades	La calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA de Aire. Puede realizar actividades al

	respiratorias crónicas y cardiovasculares) podría experimentar algunos problemas de salud.	aire libre con ciertas restricciones para la población sensible.
Mala	La población sensible podría experimentar problemas de salud. La población en general podría sentirse afectada.	Mantenerse atento a los informes de calidad del aire. Evitar realizar ejercicio y actividades al aire libre.
Umbral de cuidado	Toda la población puede verse afectada gravemente en la salud.	Implementar estados de alerta.

Los valores del INCA fueron calculados tomando como referencia los ECA y como rango final, el valor umbral de aplicación de los estados de alerta, por lo que estos varían dependiendo del contaminante evaluado. Los valores de los intervalos correspondientes a los parámetros evaluados material particulado PM10 y PM2,5, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno se presentan a continuación.

Material particulado (PM10) promedio 24 horas		
Intervalo del INCA	**Intervalo de concentraciones (µg/m³)**	**Ecuación**
0-50	0-75	I (PM10)= [PM10] * 100/**150**
51-100	76-150	
101-167	151-250	
> 167	> 250	

Material particulado (PM2,5) promedio 24 horas		
Intervalo del INCA	**Intervalo de concentraciones (µg/m³)**	**Ecuación**
0-50	0 -12,5	I (PM2,5)= [PM2,5] * 100/**25**
51-100	12.6-25	
101-500	25,1-125	
> 500	>1 25	

Dióxido de azufre (SO_2) promedio 24 horas		
Intervalo del INCA	**Intervalo de concentraciones (µg/m³)**	**Ecuación**
0-50	0-10	I (SO_2)= [SO_2] * 100/**20**
51-100	11-20	
101-625	21-500	
> 625	> 500	

Dióxido de nitrógeno (NO_2) promedio 1 hora		
Intervalo del INCA	**Intervalo de concentraciones (µg/m³)**	**Ecuación**
0-50	0-100	I (NO_2)= [NO_2] * 100/**200**
51-100	101-200	
101-150	201-300	
> 150	> 300	

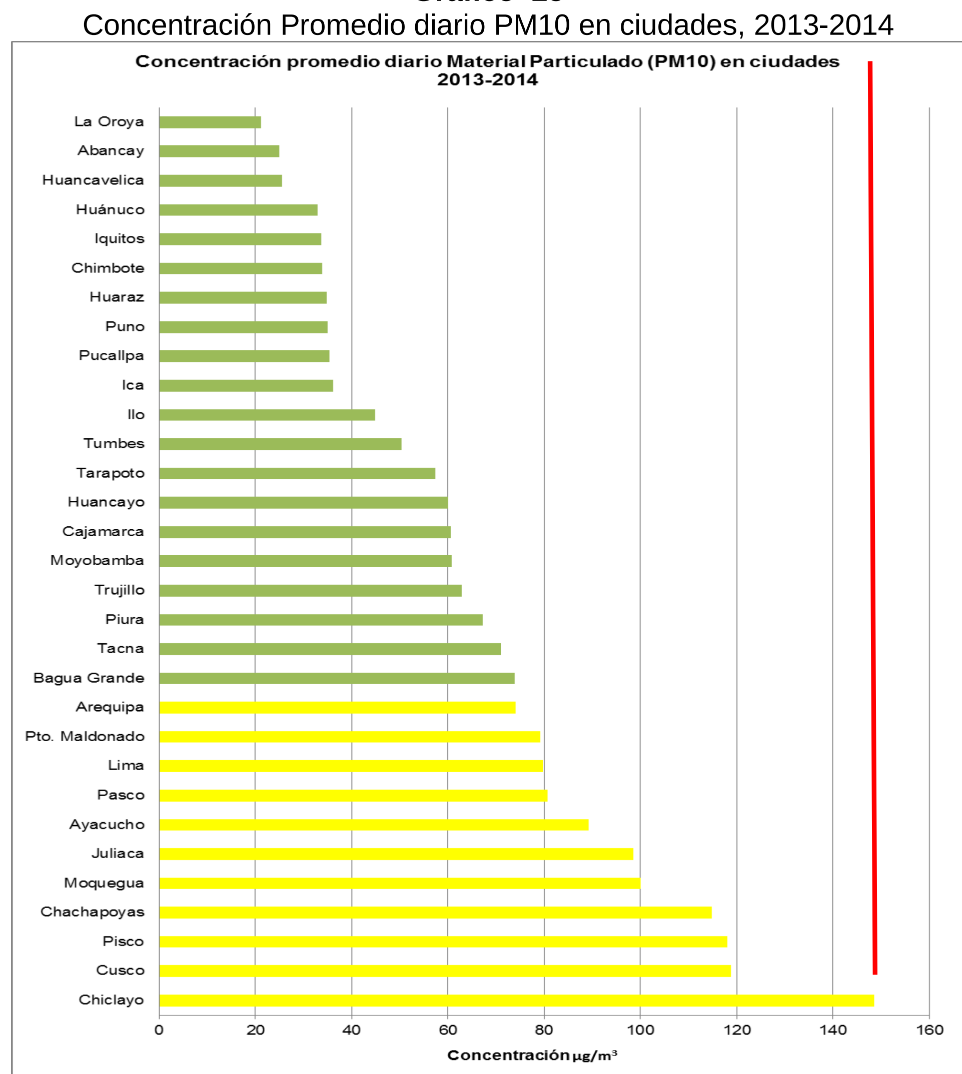
2.3.5 Material particulado PM10, descripción de resultados

Los resultados obtenidos para el PM10, están referidos a muestreos puntuales en las dieciocho (18) Nuevas Zonas de Atención Prioritaria-ZAP en el ámbito geográfico de las Cuencas Atmosféricas de las provincias de Abancay, Cajamarca, Chachapoyas, Coronel Portillo, Huamanga, Huancavelica, Huánuco, Huaraz, Ica, Mariscal Nieto, Moyobamba, Puno, San Román, Tacna, Tambopata, Tarapoto, Tumbes y Utcubamba. Estos muestreos han sido realizados a fines de 2013 e inicios de 2014.

La información de las primeras trece (13) ZAP ha sido tomada principalmente de los monitoreos realizados como parte del Programa de Vigilancia de la Calidad del Aire realizados por la DIGESA y el SENAMHI, y estudios puntuales realizados por el OEFA.

Gráfico 25

Concentración Promedio diario PM10 en ciudades, 2013-2014



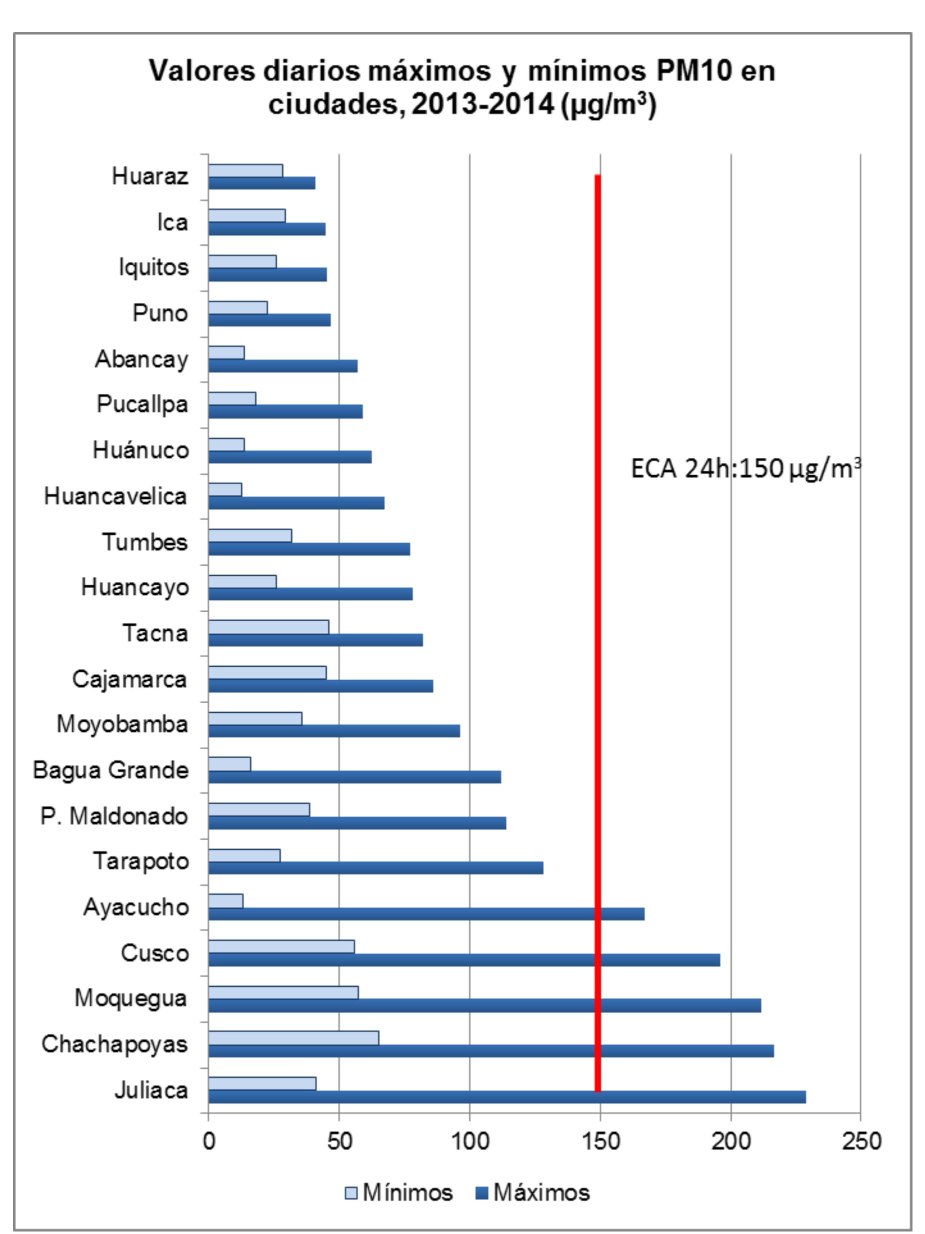
Fuente: elaboración propia

INCA	Concentración µg/m^3
BUENA	0-75
MODERADA	76-150
MALA	151-250
VUEC*	> 250

En el Gráfico 24 se observa un ranking de las 31 ciudades donde se observa de menor a mayor que existen 22 ciudades con niveles bastante bajos de concentraciones promedio diarias de PM10 y por lo tanto pertenecen a la categoría buena (verde) y un número menor de ciudades (11) está en la categoría moderada (amarilla). Las ciudades que presentan menores valores de promedio diario de PM10 son La Oroya, Abancay y Huancavelica, y las que presentan los mayores valores son Chiclayo, Pisco, Cusco y Chachapoyas.

Los valores máximos y mínimos encontrados en las ciudades, se presentan en el Gráfico 26, en el cual se observa la coincidencia entre las ciudades con mayor promedio anual y las que presentan los valores máximos diarios más altos.

Gráfico 26
Valores diarios máximo y mínimo de PM10 por ciudad, 2013-2014



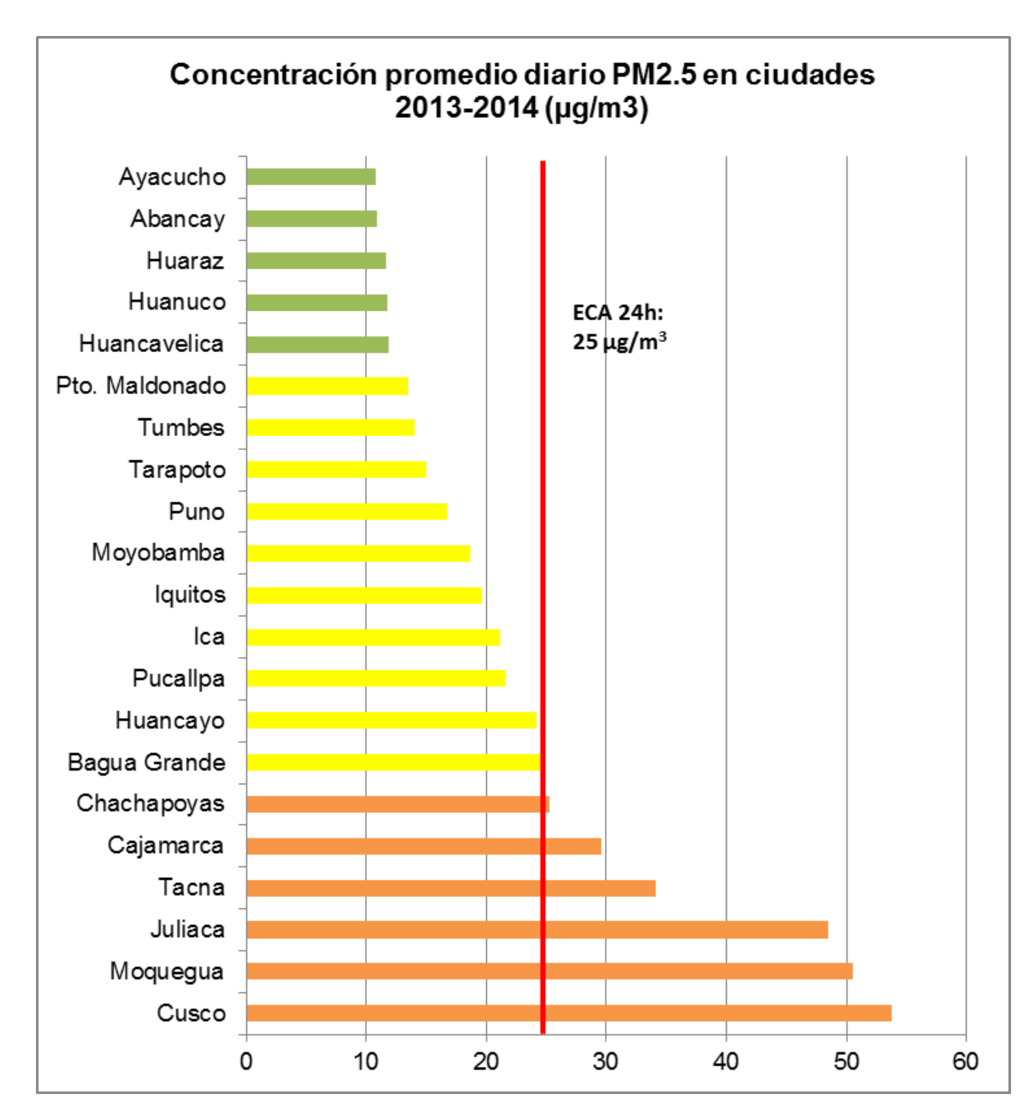
Fuente: elaboración propia

2.3.6 Material particulado PM2,5, descripción de resultados

Para el ranking de ciudades referidas al parámetro PM2,5 se tiene información de monitoreos puntuales de 21 ciudades realizados entre 2013 y 2014; los resultados muestran con claridad tres clases de ciudades, las que presentan niveles bajos con una concentración menor a 12,5 µg/m³ que pertenecen a la categoría buena (color verde), son 5 ciudades Ayacucho, Abancay, Huaraz, Huánuco y Huancavelica; mientras que 10 ciudades presentan niveles de contaminación moderada (color amarillo) y 6 ciudades pertenecen a la categoría mala, excediendo el valor del ECA, estas son Chachapoyas, Cajamarca, Tacna y Juliaca, Moquegua y Cusco. Observar el Gráfico 27.

Gráfico 27

Concentración promedio diario PM2,5 en ciudades, 2013-2014



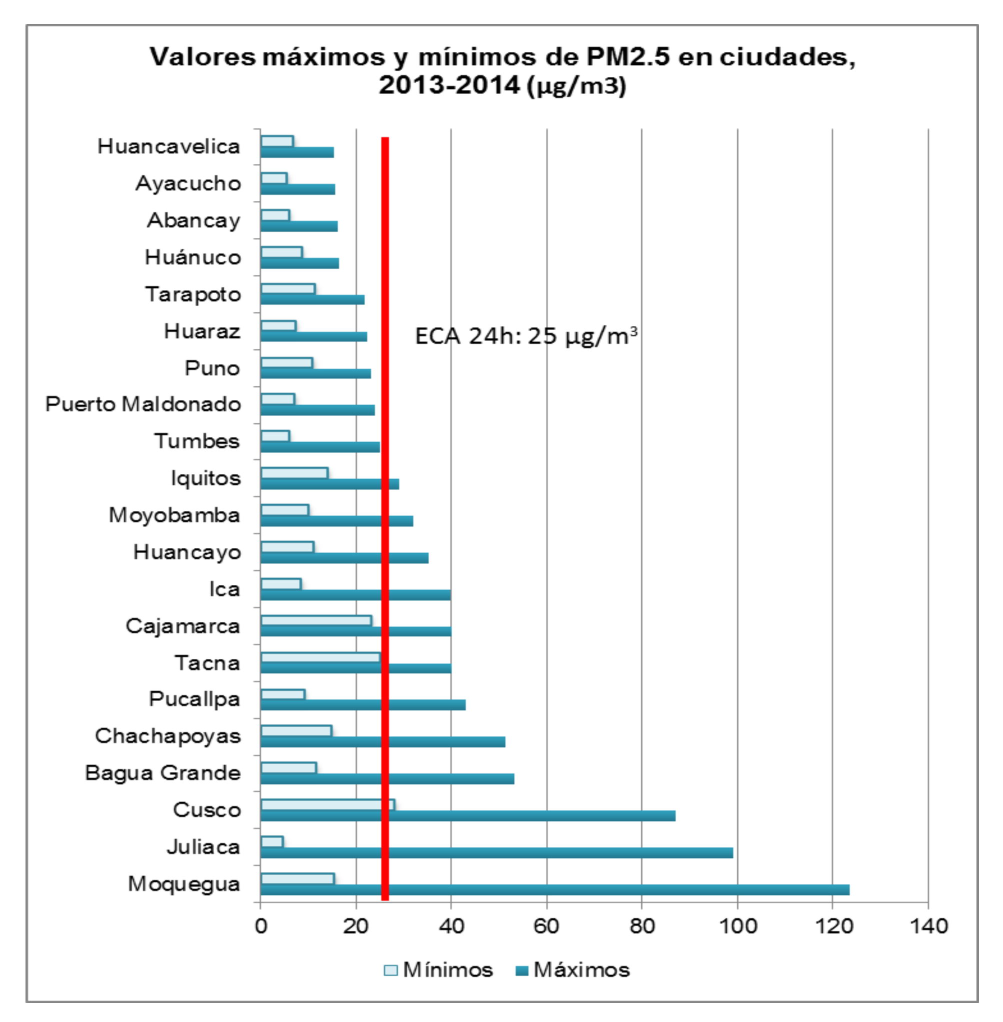
Fuente: elaboración propia

INCA	Concentración µg/m³
BUENA	0-12,5
MODERADA	12.6-25
MALA	25.1-125
VUEC*	>125

Si se observa el gráfico siguiente, los valores máximos y mínimos registrados durante el monitoreo para PM2,5 se aprecia que hay coincidencia entre las ciudades que presentaron los promedios diarios más altos y los que obtuvieron valores máximos más altos (Juliaca, Moquegua y Cusco); así como entre las ciudades que presentaron los promedios diarios más bajos y las que obtuvieron valores máximos menores (Ayacucho, Abancay, Huaraz, Huánuco, Huancavelica).

Gráfico 28

Valores diarios máximos y mínimos de PM2,5 por ciudad, 2013-2014



Fuente: elaboración propia

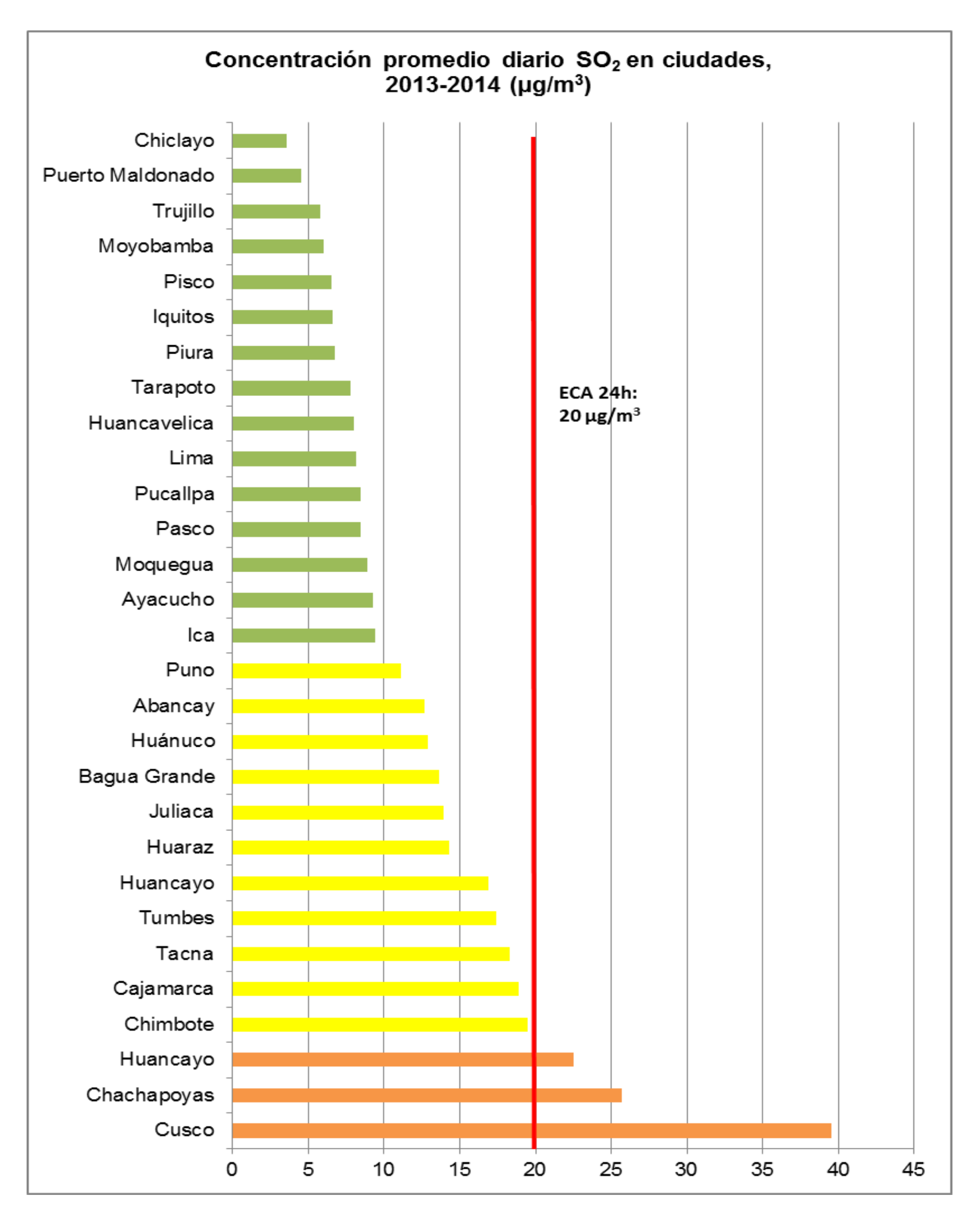
2.3.7 Dióxido de azufre (SO_2), descripción de resultados

Los datos de concentraciones diarias obtenidas para dióxido de azufre (SO_2) se presentan en el Gráfico 29. Las ciudades de Cusco, Chachapoyas y Huancayo presentan niveles de concentración mala (anaranjado), once (11) ciudades presentan concentraciones moderadas (amarillo) y el resto, 15 ciudades presentan valores bajos (verde), en total 26 ciudades se encuentran con concentraciones por debajo del ECA vigente de 20 µg/m^3.

La Oroya presenta un valor de 80,37 µg/m^3 asociada directamente a la actividad minero metalúrgica de la zona; mientras que Ilo y Arequipa presentan concentraciones de 29 µg/m^3 y 24.4 µg/m^3 respectivamente.

Como se puede apreciar en el ranking no aparecen las ciudades de La Oroya, Arequipa e Ilo por corresponderles un valor promedio de ECA de 80[19] µg/m³.

Gráfico 29
Concentración Promedio diario SO_2 en ciudades, 2013-2014



Fuente: elaboración propia

INCA	Concentración µg/m³
BUENA	0-10
MODERADA	11-20
MALA	21-500
VUEC*	> 500

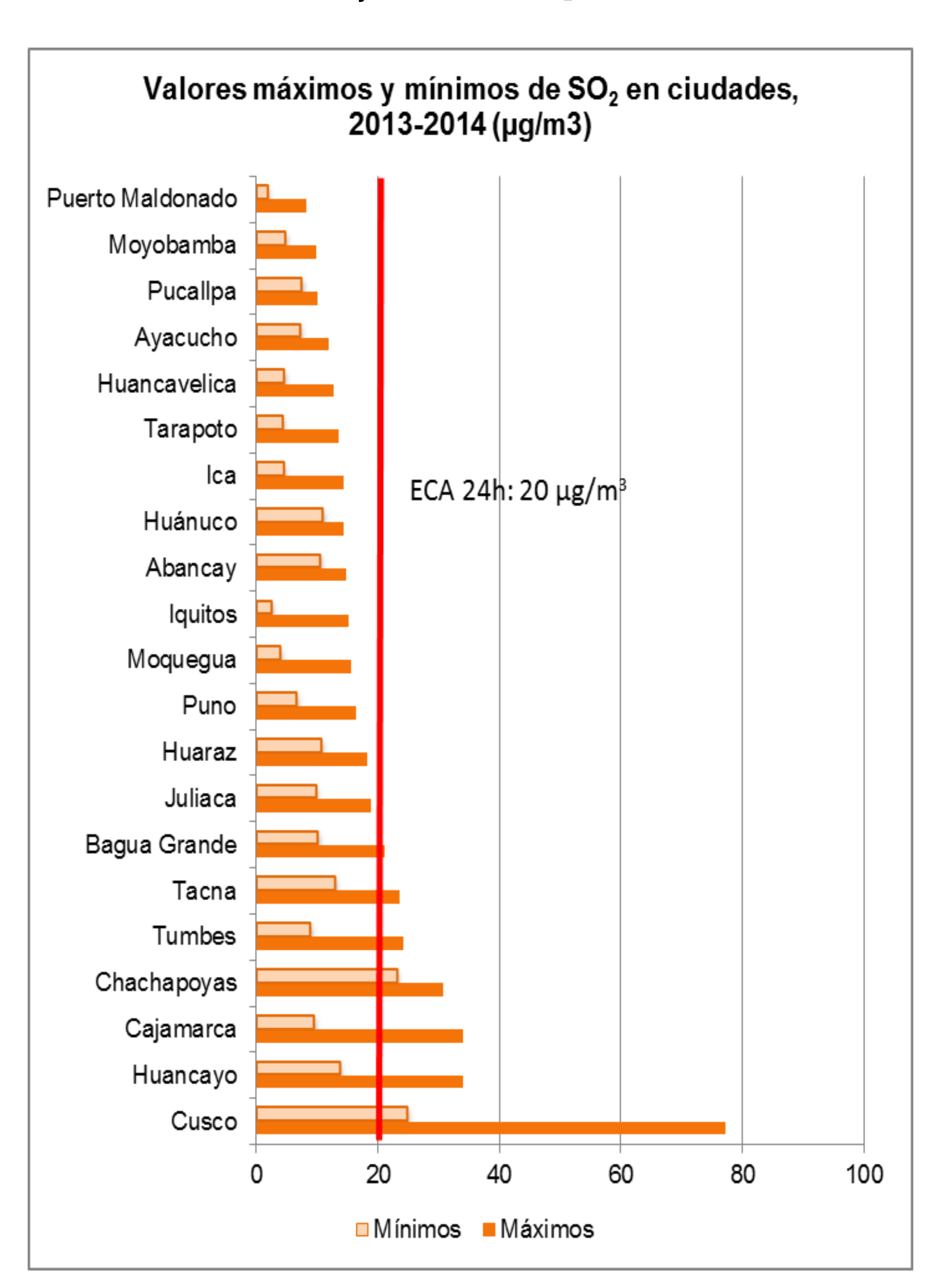
[19] De acuerdo al Decreto Supremo n.° 006-2013-MINAM y Resolución Ministerial n.° 205-2013-MINAM

Respecto a la información de los valores máximos y mínimos encontrados durante el monitoreo por ciudades, en el gráfico siguiente se aprecia que en varias ciudades, los valores máximos e incluso mínimos exceden el valor del ECA vigente de 20 µg/m³ como son Chachapoyas y Cusco. En las ciudades de Huancayo, Cajamarca, Tumbes, Tacna y Bagua Grande; los valores máximos exceden el ECA.

En el caso de la ciudad de La Oroya, durante el 2013 en el programa de vigilancia se detectaron valores máximos de 577 µg/m³ valor cercano al umbral de cuidado, que no se presentan en el gráfico porque están a otra escala, por lo que se los ha excluido para poder visualizar la situación en otras ciudades del país.

Gráfico 30

Valores diarios máximo y mínimo de SO_2 en ciudades, 2013-2014



Fuente: elaboración propia

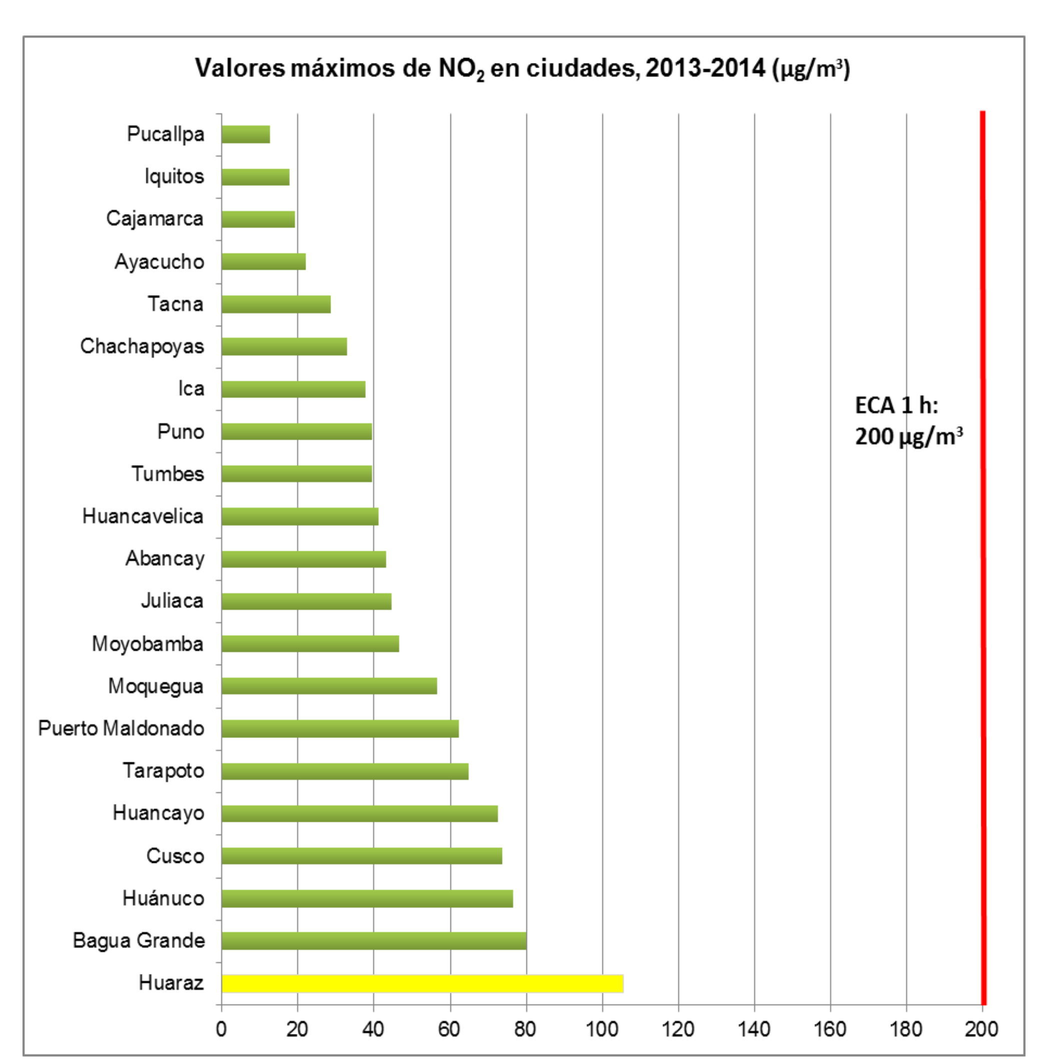
2.3.8 Dióxido de nitrógeno (NO_2), descripción de resultados

Para los valores referidos al dióxido de nitrógeno, se cuenta con información de monitoreos puntuales de 21 ciudades consideradas como ZAP.

Los resultados en general muestran valores bastante bajos, perteneciendo casi todas las ciudades a la categoría buena. Las ciudades que presentan los valores más bajos son Pucallpa, Iquitos, Cajamarca y Ayacucho y las ciudades que presentan los valores más altos son Puerto Maldonado Cusco y Huaraz, notando que Huaraz alcanza los 105.47 µg/m^3, por lo que se le da la calificación de moderada; pero en ningún caso se excede el ECA de Aire para NO_2, valor horario de 200 µg/m^3.

Gráfico 31

Concentración máxima horaria NO_2 en ciudades, 2013-2014



Fuente: elaboración propia

INCA	Concentración µg/m^3
BUENA	0-100
MODERADA	101-200
MALA	201-300
VUEC*	>300

Anexo 1
Normas relacionadas con la gestión de la Calidad del Aire

- En el Art. 29º del Decreto Supremo n.° 016-93-EM del 28.04.93 modificado por el D.S. n.° 059-93-EM que aprueba el Reglamento sobre protección del medio ambiental en la actividad minero-metalúrgica se indica que los EIA y/o PAMA enfatizarán el cumplimiento de metas respecto a calidad del aire por las emisiones gaseosas.

- En el Reglamento de Protección Ambiental para las actividades de Hidrocarburos, aprobado por Decreto Supremo n.° 046-93-EM, Art. 43º se establece en la Tabla 2, las concentraciones Máximas aceptables de Contaminantes en el Aire para: partículas, monóxido de carbono, gases ácidos, ácido sulfhídrico (H_2S), dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos.

- La Resolución Ministerial n.° 315-96-EM-VMM aprueba los Niveles Máximos Permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero-metalúrgicas, para el anhidrido sulfuroso, partículas, plomo y arsénico presentes en las emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero-metalúrgicas (Anexo 1 de la norma) y en su Anexo 3, establece los Niveles Máximos Permisibles de Calidad del Aire para SO_2, partículas en suspensión, plomo y arsénico.

- Mediante Resolución Suprema n.° 057-97-MTC se crea la Comisión de la Calidad del Aire y retiro del Plomo en la gasolina.

- El Decreto Supremo n.° 019-98-MTC dispone eliminar del mercado la oferta de Gasolina 95 RON con plomo y reducir el límite máximo de contenido de plomo en la Gasolina 84 RON.

- El año 1998 se aprueba el Decreto Supremo 097-98-MTC Retiro del plomo en la gasolina.

- Con Resolución Suprema n.° 768-98-PCM se establece el Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio para Lima y Callao.

- Con Decreto Supremo n.° 044-98-PCM se aprueba el cronograma para el establecimiento de los ECA de Aire (Programa Anual de ECA y LMP).

- El Ministerio de Transportes y Comunicaciones mediante Decreto Supremo n.° 047-2001-MTC y sus modificatorias, establece los Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial, para los vehículos en circulación y los nuevos. Para los primeros se consideraron LMP para el monóxido de carbono e hidrocarburos, en tanto que para los vehículos nuevos además del monóxido de carbono e hidrocarburos, para los óxidos de nitrógeno (NO_x) y material particulado. Se modifica esta norma con:

    - Decreto Supremo n.° 007-2002-MTC
    - Decreto Supremo n.° 002-2003-MTC
    - Decreto Supremo. n.° 014-2003-MTC
    - Decreto Supremo n.° 026-2006-MTC
    - Decreto Supremo n.° 017-2010-MINAM que prorroga la suspensión del acápite II del Anexo 1 del Decreto Supremo n.° 047-2001-MTC

- El 2001 se aprueba el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (Decreto Supremo n.° 074-2001-PCM) que establece niveles de concentración máxima para dióxido de azufre, material particulado menor a 10 micrómetros (PM10), monóxido de carbono, dióxido de azufre, ozono, plomo y sulfuro de hidrógeno. El valor anual revisado para plomo se fija en el Decreto Supremo n.° 069-2003-PCM.

- Mediante Decreto Supremo n.° 033-2001-MTC se establece que está prohibida la circulación de vehículos que descarguen o emitan gases, humos o cualquier sustancia contaminante que altere la calidad del ambiente.

- Con Decreto Supremo n.° 003-2002-PRODUCE se aprueban los Límites Máximos Permisibles y Valores Referenciales para las actividades industriales de Cemento, Cerveza, Curtiembre y Papel, fijándose LMP para material particulado para las emisiones de la industria cementera del Perú.

- Con Resolución Presidencial n.° 022-2002-CONAM/PCD se aprueban las Directrices para la elaboración de los Planes de Acción para la mejora de la Calidad del Aire, denominados Planes "A limpiar el Aire", cuya sección III fue modificada por Resolución Presidencial n.° 213-2005-CONAM/PCD.

- A efectos de contar con normas técnicas para las mediciones, sean de las emisiones atmosféricas como de los niveles de calidad ambiental, tanto el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), como el Ministerio de la Producción (PRODUCE) (antes Ministerio de Industrias, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales-MITINCI) desarrollaron protocolos de monitoreo para emisiones atmosféricas, en tanto que el MINSA aprobó el correspondiente al monitoreo de la calidad del aire.
  - Con Resolución Ministerial n.° 026-2000-ITINCI/DM se aprueban los Protocolos de Monitoreo de Efluentes Líquidos y Emisiones Atmosféricas referidos en el Reglamento de Protección Ambiental para el desarrollo de las actividades de la Industria Manufacturera.
  - Mediante Resolución Directoral n.° 1404/2005/DIGESA/SA se aprueba el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos para aplicación de la DIGESA en el marco de sus competencias como entidad encargada del monitoreo permanente de la calidad del aire.
  - Con Resolución Directoral n.° 280-2007-MEM-AAM se aprueba la Guía para la Evaluación de Impactos en la Calidad del Aire por Actividades Metalúrgicas.
- Con Decreto Supremo n.° 069-2003-PCM se establece el valor anual de concentración de plomo.
- Con el Decreto Supremo n.° 009-2003-SA, modificado por el Decreto Supremo n.° 012-2005-SA se aprueba el Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para contaminantes del Aire, como material particulado PM10, dióxido de azufre, el monóxido de carbono y el sulfuro de hidrógeno, cuyos valores se aprecia en la Tabla 4. En el artículo 7º de la norma se precisan las medidas a considerar en los planes de contingencias para cada una de los parámetros.

Tabla 4
Niveles de Estado de Alerta para contaminantes críticos

TIPOS DE ALERTA	Material Particulado (PM10)	Dióxido de Azufre (SO_2)	Monóxido de Carbono (CO)	Sulfuro de Hidrógeno (H_2S)
Cuidado	>250 µg/m^3 prom. aritmético 24 horas	>500 µg/m^3 prom. móvil 3 horas	>15 000 µg/m^3 prom. móvil 8 horas	>1 500 µg/m^3 prom. aritmético 24 horas
Peligro	>350 µg/m^3 prom. aritmético 24 horas	>1 500 µg/m^3 prom. móvil 3 horas	>20 000 µg/m^3 prom. móvil 8 horas	>3 000 µg/m^3 prom. aritmético 24 horas
Emergencia	>420 µg/m^3 prom. aritmético 24 horas	>2 500 µg/m^3 prom. móvil 3 horas	>35 000 µg/m^3 prom. móvil 8 horas	>5 000 µg/m^3 prom. aritmético 24 horas"

- Con Decreto del Consejo Directivo n.° 015-2005-CONAM/CD se aprueba la Directiva para la aplicación del Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminación del Aire aprobado por Decreto Supremo n.° 009-2003-SA, modificado por Decreto Supremo n.° 012-2005-SA.
- Ley n.° 28694, Ley que regula el contenido de azufre en el combustible diesel y encarga al CONAM la aprobación anual de los Índices de Nocividad aplicables al Impuesto Selectivo al Consumo.
- Mediante Decreto del Consejo Directivo n.° 018-2005-CONAM-CD se aprobó el Índice de Nocividad Relativa.
- Consejo Directivo n.° 016-2006-CONAM/CD se aprueba el Primer Plan Integral de Saneamiento Atmosférico para Lima y Callao - PISA 2005-2010, con la visión de lograr que la calidad del aire en el área metropolitana de Lima y el Callao presenten niveles aceptables de contaminantes del aire. El objetivo del plan es el de proteger la salud pública en el Área Metropolitana Lima-Callao.
- El año 2008, con el Decreto Supremo n.° 003-2008-MINAM se modifica el valor de 24 horas para el dióxido de azufre e incluyen nuevos valores de ECA para el benceno, los hidrocarburos totales (HT), material particulado con diámetro menor a 2,5 micras e hidrógeno sulfurado (que era referencial).
- Mediante Decreto Supremo n.° 061-2009-EM se estableció la obligación de la venta y uso de Diesel 2B con contenido máximo de 50 ppm de azufre en el diesel usado a nivel automotriz.
- El Decreto Supremo n.° 011-2009-MINAM aprueba los Límites Máximos Permisibles para las emisiones de la industria de Harina y Aceite de Pescado y Harina de Residuos Hidrobiológicos, fijándose valores LMP para el sulfuro de hidrógeno y el material particulado.

- La Resolución Ministerial n.° 194-2010-PRODUCE establece el Protocolo de monitoreo de emisiones y calidad de aire para la industria de harina de pescado y harina residual.

- Mediante Resolución Ministerial n.° 139-2012-MEM/DM, se establece la prohibición de comercializar y usar Diesel B5 con un contenido de azufre mayor a 50 ppm en los departamentos de Lima, Arequipa, Cusco, Puno, Madre de Dios y la Provincia Constitucional del Callao.

- El Decreto Supremo n.° 009-2012-MINAM, modifica el Decreto Supremo n.° 047-2001-MTC. Esta norma incluye: LMP para motocicletas; aplicación de Euro IV al año 2016; nuevos procedimientos para inspecciones vehiculares.

- La Resolución Ministerial n.° 339-2012-MINAM, determina la calificación de dieciocho (18) Nuevas *Zonas de Atención Prioritaria* de calidad del aire, en el ámbito geográfico de la Cuenca Atmosférica de las provincias de Abancay, Cajamarca, Chachapoyas, Coronel Portillo, Huamanga, Huancavelica, Huánuco, Huaraz, Ica, Mariscal Nieto, Moyobamba, Puno, San Román, Tacna, Tambopata, Tarapoto, Tumbes y Utcubamba, para ser atendidas todas ellas con los Planes de Acción para la Mejora de la Calidad del Aire.

- Aprobación de las respectivas Resoluciones Ministeriales (entre el 15.02 y el 04.09.2013), con el fin de conformar el Grupo Técnico denominado *Grupo de Estudio Técnico Ambiental de la Calidad del Aire* (GT - GESTA Zonal de Aire) en 21 circunscripciones del país, Grupos Técnicos que estarán encargados de formular y evaluar los planes de acción para la mejora de la calidad del aire en Zonas de Atención Prioritaria: n.° 043-2013-MINAM de San Martín; n.° 044-2013-MINAM de Cajamarca; n.° 045-2013-MINAM de Huamanga; n.° 046-2013-MINAM de Mariscal Nieto; n.° 047-2013-MINAM de Huaraz; n.° 048-2013-MINAM de San Román; n.° 049-2013-MINAM de Coronel Portillo; n.° 050-2013-MINAM de Huánuco; n.° 051-2013-MINAM de Tambopata; n.° 052-2013-MINAM de Puno; n.° 054-2013-MINAM de Tacna; n.° 055-2013-MINAM de Utcubamba; n.° 056-2013-MINAM de Abancay; n.° 057-2013-MINAM de Moyobamba; n.° 058-2013-MINAM de Tumbes; n.° 059-2013-MINAM de Chachapoyas; n.° 060-2013-MINAM de Huancavelica; y n.° 061-2013-MINAM de Ica; n.° 255-2013-MINAM de La Oroya; n.° 257-2013-MINAM de Ilo; n.° 258-2013-MINAM de Arequipa, n.° 367-2014-MINAM de Chiclayo y n.° 401-2014-MINAM de Iquitos.

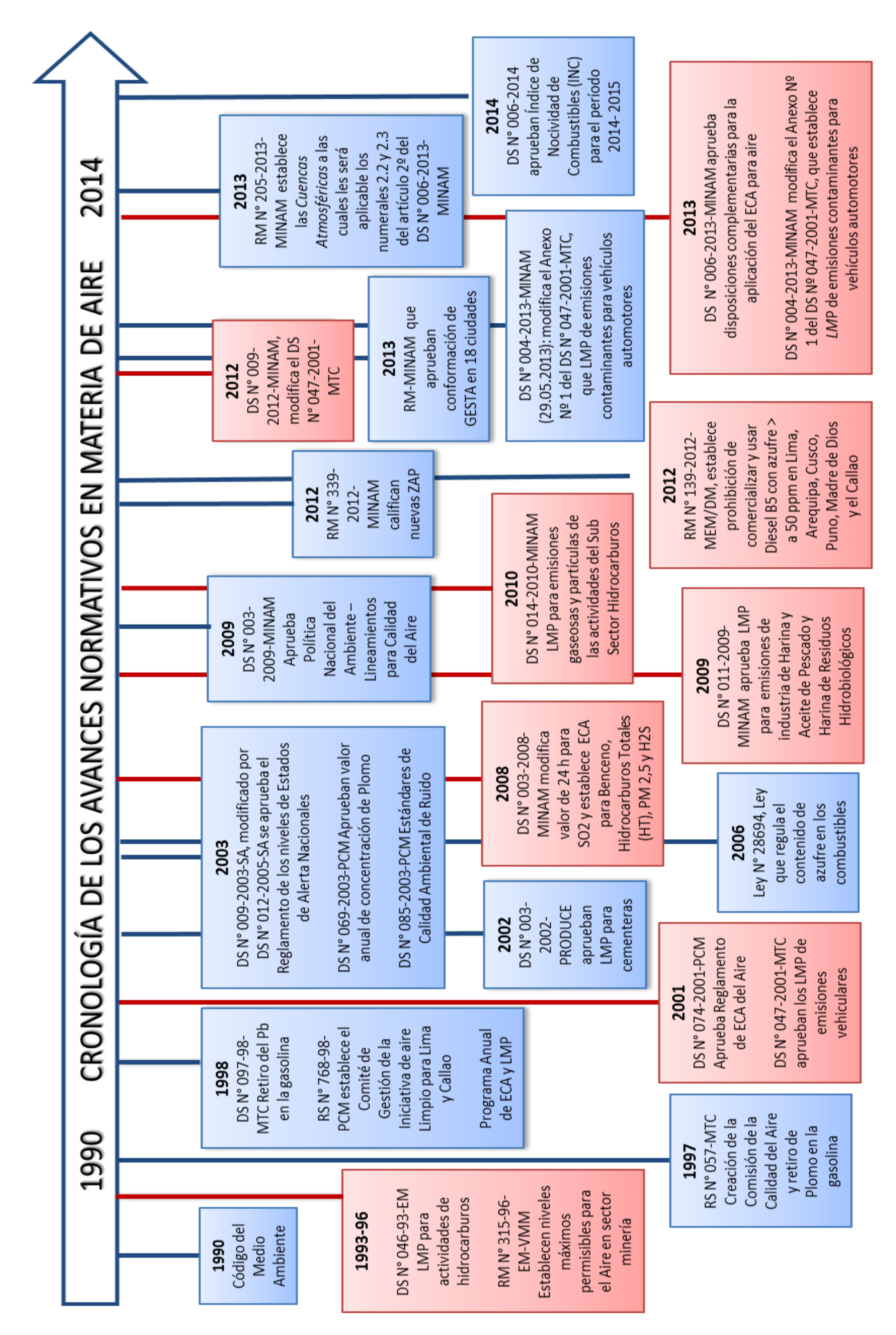
- Con Decreto Supremo n.° 004-2013-MINAM se modifica el Anexo n.° 1 del Decreto Supremo n.° 047-2001-MTC, que establece *Límites Máximos Permisibles* (LMP) de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial, modificados por Decreto Supremo n.° 009-2012-MINAM.

- Mediante el Decreto Supremo n.° 006-2013-MINAM se aprueban disposiciones complementarias para la aplicación del *Estándar de Calidad Ambiental* (ECA) de aire.

- Con Resolución Ministerial n.° 205-2013-MINAM se establece las *Cuencas Atmosféricas* a las cuales les será aplicable los numerales 2.2 y 2.3 del artículo 2º del Decreto Supremo n.° 006-2013-MINAM.

- El Decreto Supremo n.° 006-2014-MINAM publicado el 1° de mayo de 2014, aprueba el Índice de Nocividad de Combustibles (INC) para el Período 2014-2015, establecido para procesos en donde se utilizan los combustibles exclusivamente para fines energéticos, no siendo aplicable a aquellos procesos no energéticos, en los que es necesaria la mezcla de estos combustibles con otros elementos o insumos para fabricar productos intermedios o finales.

Anexo 2
Cronología de la Normativa Ambiental en materia de Aire



Anexo 3

Situación de los Planes de Acción para la mejora de la Calidad del Aire



Fuente: Área de Gestión de la Calidad del Aire – MINAM.

Anexo 4
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

Parámetro	Período	Valor (µg/m^3)	Vigencia	Formato	Método de Análisis	Norma
Dióxido de azufre (SO_2)	24 h	20	01 de Enero 2014	Media Aritmética	Fluorescencia UV (Método automático)	D.S. n.° 003-2008-MINAM
	24 h	80[21]				D.S. n.° 006-2013-MINAM[20]
Material particulado menor a 10 micras (PM10)	Anual	50	22 de junio de 2001	Media Aritmética anual	Separación Inercial/Filtración (Gravimetría)	D.S. n.° 074-2001-PCM
	24 h	150		NE más de 3 veces al año		
Material particulado menor a 2,5 micras (PM2,5)	24 h	25	01 de enero de 2014	Media aritmética	Separación Inercial/Filtración (Gravimetría)	D.S. n.° 003-2008-MINAM
Monóxido de carbono (CO)	8 h	10000	22 de junio de 2001	Promedio Móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método Automático)	D.S. n.° 074-2001-PCM
	1 h	30000		NE más de 1 vez al año		
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	Anual	100	22 de junio de 2001	Media aritmética anual	Quimiluminiscencia (Método Automático)	D.S. n.° 074-2001-PCM
	1 h	200		NE más de 24 veces al año		
Ozono (O_3)	8 h	120	22 de junio de 2001	NE más de 24 veces al año	Fotometría UV (Método Automático)	D.S. n.° 074-2001-PCM
Plomo (Pb)	Anual	0,5	14 de julio de 2003	Promedio aritmético	Método para PM10 (Espectrofotometría de Absorción Atómica)	D.S. n.° 069-2003-PCM
	Mensual	1,5		NE más de 4 veces / año		D.S. n.° 074-2001-PCM
Benceno (C_6H_6)	Anual	2	01 de enero de 2014	Media aritmética	Cromatografía de gases	D.S. n.° 003-2008-MINAM
Hidrocarburos totales (HT) expresado en hexano	24 h	100 mg/m^3	01 de enero de 2010	Media aritmética	Ionización de llama de Hidrógeno	D. S. n.° 003-2008-MINAM
Hidrógeno sulfurado (H_2S)	24 h	150	01 de enero de 2009	Media aritmética	Fluorescencia UV (Método automático)	D. S. n.° 003-2008-MINAM

[20] Solo para ciudades establecidas por el MINAM